

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

Каспийский университет технологии и инжиниринга

им. Ш. Есенова

**Оценка современного состояния биоразнообразия и устойчивости
компонентов прибрежных экосистем при изменении уровня Каспийского
моря**

Монография



АКТАУ-2024

УДК 504.732

ББК

К

Рецензенты:

Кирвель И.И. – доктор технических наук, Поморская Академия, республика
Польша, г.Слупск.

Сырлыбекқызы С. – доктор PhD, ассоциированный профессор, Университет
Есенова, г.Актау

Рекомендовано к изданию ученым советом Каспийского университета
технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова (Протокол № 3, 25.11.2024 г.).

Автор: Койбакова С.Е

**Оценка современного состояния биоразнообразия и устойчивости
компонентов прибрежных экосистем при изменении уровня каспийского
моря** Монография. / С.Е.Койбакова – Актау: Университет Есенова, МНВО
РК 2024, 111 стр.

ISBN

Экосистема Каспийского моря формируется под сложным воздействием природно-климатических, антропогенных, социально-экономических и геополитических факторов. При этом их воздействие на биоресурсы носит как положительный, так и отрицательный характер.

Оценка состояния растительного покрова прибрежной зоны Каспийского моря и устойчивость компонентов при изменении уровня моря. В данной работе проведена оценка влияния периодов колебания уровня Каспийского моря на состояние почв прибрежной зоны Каспия и проведен анализ биологического разнообразия в прибрежной зоне.

Полученные результаты исследований могут быть рекомендованы для решения экологических проблем в районе нефтяных месторождений.

УДК 504.732

ББК

ISBN

© Университет Есенова, МНВО РК 2024

© Койбакова С.Е. 2024.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-----|---|----|
| | ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. | Обзор и оценка состояния каспийского моря | 5 |
| 1.1 | Углеводородные ресурсы каспийского моря | 5 |
| 1.2 | Биоресурсы каспийского моря | 7 |
| | Вывод по главе | 8 |
| 2. | Основные закономерности формирования почв береговой полосы северо-восточного каспия | 9 |
| 2.1 | Ландшафты | 9 |
| 2.2 | Ландшафтная структура физико-географических районов побережья | 9 |
| | Влияние колебаний уровня каспийского моря на | 11 |
| 2.3 | прибрежные ландшафты | |
| 2.4 | Степень проявления природно-антропогенных процессов в ландшафтах | 23 |
| 2.5 | Геоэкологическое районирование | 24 |
| 2.6 | Устойчивость ландшафтов к нефтяному загрязнению | 26 |
| 2.7 | Геоморфология морского дна | 28 |
| | Вывод по главе | 31 |
| 3. | Исследование состояния растительности в прибрежной зоне каспийского моря | 32 |
| 3.1 | Состояние биоразнообразия | 32 |
| 3.2 | Водоросли | 32 |
| 3.3 | Результаты мониторинга растительности | 36 |
| 3.4 | Обсуждение результатов состояния растительности | 40 |
| 3.5 | Исследование донных микрофитных ценозов | 42 |
| 4 | Почвы | 45 |
| 4.1 | Основные закономерности формирования почв береговой полосы северо-восточного Каспия характеристика почв прибрежной территорий | 45 |
| 4.2 | Краткая характеристика почв прибрежных территорий | 48 |
| 4.3 | Оценка устойчивости почв к природным и антропогенным воздействиям | 52 |
| 4.4 | Нарушенность почвенного покрова прибрежной зоны северо-восточного Каспия | 53 |
| 4.5 | Эрозия и дефляция почв | 57 |
| 4.6 | Гранулометрический состав почв и проницаемость | 60 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4.7 | Содержание подвижных микроэлементов почвах, загрязнение почв прибрежной полосы северо-восточного Каспия | 62 |
| 4.8 | Ожидаемое воздействие на почвенный покров планируемых морских нефтяных операций; результаты исследований почв осенью 2019г. И их сравнительный анализ с литературными и архивными данными | 64 |
| 5 | Донные отложения северо-восточного и среднего Каспия | 66 |
| 5.2 | Геоморфология морского дна | 70 |
| 5.3 | Условия образования донных отложений | 78 |
| 5.4 | Гранулометрический состав донных отложений | 89 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 90 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 91 |

ВВЕДЕНИЕ

Каспийский регион в настоящее время следует отнести к районам, события в которых оказывают заметное влияние на мировое развитие в целом. В современном мировом геополитическом пространстве регион приобретает важное значение в силу все более ощутимых столкновений многих международно-правовых, государственных и транснациональных интересов. Главный фактор, превращающий регион в очаг геополитических, военных, правовых и экономических столкновений, – это наличие значительных углеводородных и биологических ресурсов.

Экосистема Каспийского моря формируется под сложным воздействием природно-климатических, антропогенных, социально-экономических и геополитических факторов. При этом их воздействие на биоресурсы носит как положительный, так и отрицательный характер [1].

Аккумулируя загрязнители в течение длительного времени выступают как индикаторы экологического состояния дна акватории, своеобразными интегральными показателями уровня техногенных нарушений. Изучение углеводородного загрязнения в районах техногенных объектов Каспийского моря наиболее актуальны.

Оценка состояния растительного покрова прибрежной зоны Каспийского моря и устойчивость компонентов при изменении уровня моря.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение закономерности, подтверждающие общую глубинную природу тех и других явлений;
- анализ трех 17 – летних периодов снижения и повышения уровня в Казахстанской части Каспийского моря;
- оценка влияния периодов колебания уровня Каспийского моря на состояние почв прибрежной зоны Каспия в районе нефтяных промыслов, для создания баз данных;
- исследование зоны доминирующих видов растений в прибрежной зоне Каспия.

Поставленные задачи - основа научно-исследовательских работ.

При выполнении работы использовался комплексный метод исследований, включающий мониторинг состояния окружающей среды, анализ и обобщение литературных источников, проведение полевых и визуальных исследований с использованием современной аппаратуры, обработку экспериментальных данных с использованием стандартных компьютерных программ.

Наиболее важными результатами, составляющими научную идею работы являются:

- оценка влияния периодов колебания уровня Каспийского моря на состояние почв прибрежной зоны Каспия;
- анализ биологического разнообразия в прибрежной зоне.

1. ОБЗОР И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

1.1 УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Каспийский нефтегазоносный регион выходит за пределы Прикаспия и включает в себя территорию Азербайджана, Казахстана, Туркменистана, Узбекистана и некоторые области России и Ирана. В республиках СНГ геологические исследования и поисково-разведочные работы на нефть и газ проводились в течение 150 лет – сначала Российской империей, потом Советским Союзом. Полтора века ведется и промышленная добыча нефти, причем до начала 1950-х гг. основную ее часть (около 80 %) давал Азербайджан.

Добычи газа как самостоятельной отрасли в регионе до последнего времени не существовало – использовали только попутный нефтяной газ. В предыдущие 50 лет в регионе проведены комплексные геолого-геофизические исследования и глубокое поисково-разведочное бурение, приведшие к созданию ресурсной базы добычи нефти и газа. Важнейшим итогом этих разработок было открытие нефтегазоносности обширной территории, протянувшейся на 1,5 тыс. км – от восточного погружения Кавказа до Тянь-Шаня. Установлена нефтеносность акватории Южного Каспия от Апшеронского до Челекенского полуострова.

Открыты гигантские нефтяные месторождения – Котур-Тепе и Барса-Гельмес в Западном Туркменистане. Обнаружены структуры, содержащие богатейшие запасы природного газа: Газли и Шуртан в Западном Узбекистане, Шатлык и Даулетабад-Донмез в Восточном Туркменистане, Астраханское месторождение в России, Карачаганак в Казахстане. До развала СССР Миннефтепром, Мингазпром, Мингео и другие ведомства при активном участии республик Средней Азии и Казахстана создали в Каспийском регионе крупные нефтегазодобывающие комплексы.

Подготовка запасов, строительство промыслов, гигантских газопроводов (Бухара – Урал, Средняя Азия – Центр и др.), нефте- и газоперерабатывающих заводов и обширной инфраструктуры осуществлены исключительно за счет государственного бюджета СССР. Все эти усилия оказались не напрасными. Объемы добычи углеводородов в регионе возрастали, и в 1990 г. было добыто около 50 млн т нефти и 145 млрд м³ газа [1].

Распад СССР и обретение бывшими союзными республиками суверенитета привели, прежде всего, к дезорганизации и развалу сложившихся взаимосвязей добывающих, геофизических и геологоразведочных предприятий и научных коллективов. Были резко сокращены геофизические исследования, поисковое и эксплуатационное бурение. Но в то же время интерес к региону начали проявлять иностранные компании. Особенно привлекательным для них оказался тот фактор, что они приходили в регион «на готовое». Богатейшие запасы были подготовлены к разработке за счет бюджета СССР, геологическую документацию западные фирмы покупали практически бесплатно. Во всем остальном мире им пришлось бы заплатить за нее весьма значительные суммы

или же вкладывать огромные инвестиции в собственные исследования. В этих условиях страны Прикаспия с готовностью приняли предложения западных нефтяных компаний о сотрудничестве. Оно выражалось в финансировании и участии в разработке месторождений и геологоразведочных работах в кооперации с национальными компаниями. Сейчас более 20 компаний из США, Франции, Италии и других стран имеют лицензии на разработку месторождений углеводородов и проведение геологоразведочных работ в Каспийском регионе. Большинство из них добывают и нефть и газ, некоторые - только нефть или газ. Из российских компаний активно участвует в работах в Каспийском регионе только ОАО «ЛУКОЙЛ». Наибольшее внимание привлекают акватория Каспийского моря и окружающие ее территории. Здесь создана промышленная база и выявлены наиболее реальные перспективы роста добычи нефти в России, Азербайджане, Казахстане и Туркменистане.

В последние годы перспективы роста добычи подтверждены открытием гигантских месторождений нефти: Тенгиз, Курмангазы и Кашаган – в акватории Северного Каспия в Казахстане, Хвалынское, Центральное и Ялама-Самур в России - в акватории Среднего Каспия, между Мангышлаком и Калмыкией. Переоценены перспективы группы месторождений Азери-Чираг-Гюнешли на Апшеронском пороге (между Ашлеронским полуостровом и Красноводском), в акватории Азербайджана. Юго-восточнее Апшеронского полуострова открыто гигантское газовое месторождение Шах-Дениз.

Казахстанский сектор Каспийского моря является одним из наиболее перспективных регионов страны для поисков месторождений углеводородного сырья. Вместе с тем до недавнего времени он оставался наименее изученным по сравнению с акваториями, прилегающими к Азербайджану, Туркменистану и даже Казахстану. Ситуация кардинально изменилась начиная с 1995 г., когда национальная нефтяная компания (ННК) «ЛУКОЙЛ» приступила к проведению широкомасштабных геолого-геофизических исследований акватории Северного и Среднего Каспия в рамках лицензии на право пользования недрами с целью, геологического изучения.

В настоящее время разведочными работами охвачено свыше 63 тыс. км² акватории Каспийского моря из 75 тыс. км² российской части Каспия, детально изучено строение осадочного чехла. Выявлен целый ряд новых, потенциально перспективных на нефть и газ объектов, уточнено положение, размеры и возможный потенциал ранее прогнозировавшихся структур, открыто два крупных нефтегазоконденсатных месторождения – Хвалынское и имени Ю. Корчагина. По данным на 2001 г., суммарные запасы нефти и газа Каспийского региона оценены в 76 млрд бар нефтяного эквивалента, или примерно 10 млрд т, если принять, что в среднем 1,1 тыс. м³ газа эквивалентно нефти. По оценкам западных агентств, в 2000 г. прикаспийскими государствами добыто 66 млн т нефти (с конденсатом) и 115 млрд м³ газа. В 2020 ожидается рост добычи нефти почти до 200 млн т, то есть в три раза, газа примерно до 300 млрд м³, то есть в 2,6 раза.

Главной нефтедобывающей страной Каспийского региона является Казахстан. Здесь в последние годы проведены значительные поисково-разведочные работы. По прогнозам, добыча нефти в этой стране вырастет за 20 лет с 36 до более чем 126 млн т – почти в 3,5 раза, а доля в регионе – с 58% до 63 %. Основной рост будет, видимо, обеспечен двумя гигантскими месторождениями юго-восточной части Прикаспийского нефтегазоносного бассейна – Тенгизом на суше и Кашаганом в акватории Северного Каспия. Значительны перспективы нового нефтеносного бассейна на северо-востоке Казахстана в Южно-Тургайском прогибе, где открыто крупное нефтяное месторождение Кумколь [1].

1.2 БИОРЕСУРСЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Каспийское море – крупнейший замкнутый внутриконтинентальный водоем мира, имеющий большое рыбохозяйственное значение для более чем 10 миллионов человек населяющих его побережье. Наиболее важным в рыбохозяйственном отношении на Каспии всегда был Волго-Каспийский регион.

Формирование правового режима использования водных биоресурсов Каспийского моря обусловлено политической ситуацией, сложившейся вокруг этого уникального водоема. До распада СССР большая часть этих ресурсов находилась в ведении Советского Союза.

Распад СССР в начале 1990-х гг. и образование независимых государств (Азербайджан, Иран, Казахстан и Туркменистан, РФ) разрушило единую систему охраны, воспроизводства и использования каспийских рыбных ресурсов, обусловило снижение уловов в условиях, не оправдавших себя экономических реформ.

Ослабление правовой системы природоохранных органов, отсутствие законов о рыболовстве и государственной монополии на вылов и реализацию наиболее ценных объектов промысла, несовершенство законодательных актов, касающихся браконьерства, а также ухудшение экономического положения прикаспийских государств создали базу для хищнического истребления рыбы, особенно осетровых, запасы которых к концу XX столетия достигли минимальных размеров. Резко сократился доступ осетровых на нерестилища Волги, Урала, Куры, Терека. Снизились масштабы рыбоводства, прекратился вывоз молоди с осетровых рыбоводных заводов в море на места нагула. Возникла реальная угроза уничтожения осетровых в ближайшие годы. Таким образом, на современном этапе нарушена единая международно-правовая система воспроизводства, охраны и использования биологических ресурсов Каспийского моря, поэтому необходимо создание международной схемы управления рыбными ресурсами на Каспии и в речно-морских бассейнах рек Волги, Урала, Куры, Терека и др.

Экосистема Каспийского моря формируется под сложным воздействием природно-климатических, антропогенных, социально-экономических и

геополитических факторов. При этом их воздействие на биоресурсы носит как положительный, так и отрицательный характер.

К промысловым рыбам Волго-Каспийского бассейна относят около 40 видов рыб Каспийского моря и низовьев рек, однако вылов некоторые из них крайне ограничен, и, по существу, основу промысла составляют примерно 25 видов. Наиболее ценные рыбы – осетровые (в основном проходные). Важное значение имеют полупроходные, речные и особенно морские рыбы (кильки), составляющие около 70% общего улова. Весьма ценные представители лососевых (каспийский лосось) и сиговых (белорыбица) практически утратили к 2000 г. свое промысловое значение. Общая биомасса рыб составляет около 2900 тыс. т. Промыслом изымалось 600 тыс. т (610 тыс. т в 1917 г.), в настоящее время вылавливается свыше 200 тыс. т (223,9 тыс. т в 2000 г.) [2].

Состояние запасов осетровых в последние годы носит катастрофический характер. Основу промысла из семейства *Acipenseridae* составляют белуга (*Huso huso*), осетр (*Ac. gueldenstaedtii*) и севрюга (*Ac. stellatus*). Биомасса осетра, основного объекта промысла, сократилась с 27 тыс. т в 1981 г. до 3 тыс. т в 1996 г., промысловый от естественного воспроизводства осетровых на Волге снизился с 7,56 тыс. т в 1986-1990 гг. до 0,74 тыс. т в 2000 г., вылов – с 16,3 тыс. т в 1990 г. до 1,7 тыс. т в 2000 г., в том числе на Волге – 0,63 тыс. т. ОДУ на 2001 г. определен в 0,9 тыс. т, в 2004 г. – менее 0,5 тыс. т (без Ирана). Основными причинами столь резкого снижения запасов осетровых в настоящее время являются загрязнение моря, катастрофическое уменьшение площадей нерестилищ, недостаточный пропуск производителей на нерест, открывшийся после распада Советского Союза нелегальный промысел в море, характеризующийся как биотерроризм.

Обстановка на Каспийском море с его некогда уникальным по значимости запасом осетровых вызывает особую тревогу, связанную как с экологическими проблемами, так и с реальной угрозой потери осетровыми статуса промысловых рыб из-за браконьерского беспредела и биотерроризма, отсутствия эффективных правовых соглашений и мер в области охраны рыбных ресурсов с новыми прикаспийскими государствами.

Вывод по главе

1. Возрастающая роль углеводородных ресурсов нового, открывшегося миру Каспия, привлекает к себе взоры внерегиональных государств. А прикаспийские страны свои главные надежды на стабильное и благополучное будущее связывают именно с нефтью и газом.

2. Нерешенность проблем экологического статуса и защиты экосистемы Каспийского моря от планируемых новых интенсивных последствий хозяйственной деятельности в условиях несогласованных международных мер по охране и воспроизводству рыбных запасов не только привели к потере Каспийским морем своей значимости как важного источника пищевых

ресурсов, в том числе уникальных компонентов их биоты, но и нанесли непоправимый урон биоразнообразию ихтиофауны.

2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ БЕРЕГОВОЙ ПОЛОСЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАСПИЯ

2.1 ЛАНДШАФТЫ

Современные ландшафты северо-восточного Прикаспия сформировались в процессе длительной истории естественной эволюции природной среды в условиях периодического колебания уровня моря со следами исторических трансгрессий (бакинской, хазарской, хвалынской и новокаспийской) и регрессий а также под влиянием интенсивного хозяйственного освоения побережья, получившего развитие с начала XX в [3].

В четвертичную эпоху колебания уровня Каспийского моря были связаны с резкими изменениями климата на Русской равнине – чередованием ледниковых и межледниковых эпох, когда менялся циркуляционный режим атмосферы и сток Волги [4]. В XX в. уровень Каспийского моря существенно изменялся дважды: в 1929 г. достиг отметки –26 м, после 1930 г. уровень стал стремительно понижаться и в 1977 г. достиг отметки –29,02 м, то есть занял самое низкое положение за последние 200 лет, что привело к обсыханию обширных прибрежных площадей дна [5].

Начиная с 1979 г. уровень Каспия начал резко повышаться и за период с 1979 по 1991 гг. поднялся почти на 2,5 м при средней интенсивности около 15 см/год [6]. В 1995 г. повышение уровня замедлилось и с 1996 г. вновь наблюдалось его понижение. Из-за малого уклона дна прибрежной зоны северной и северо-восточной частей Каспийского моря и прилегающей к ней суши происходит постоянная перестройка береговой линии, охватывающая до 15 км при изменениях фонового уровня моря на один метр и до 20–30 км при сгонно-нагонных колебаниях уровня моря [7].

Быстрые изменения уровня моря, а также интенсификация хозяйственной деятельности оказывают значительные влияния на динамику ландшафтов побережья и определяют развитие геоэкологических процессов. Ландшафт прибрежной зоны северо-восточного побережья Каспийского моря является (большая часть) пологим. Поэтому, при сильных и продолжительных ветрах со стороны моря большие участки побережья затапливаются морской водой. Для защиты населения и прибрежной зоны моря многие участки береговой линии защищены многокилометровыми дамбами. Нефтяные компании тщательно следят за состоянием дамб, чтобы не допустить попадания нефти на акваторию с территории побережья.

2.2 ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ПОБЕРЕЖЬЯ

Физико-географическое районирование – система территориального деления, основанная на выявлении соподчиненных природных регионов с учетом зональной (широтной), азональной (морфоструктурной) и вертикальной (высотной) дифференциации. Для побережья северо-восточного Прикаспия известны схемы мелко- и среднемасштабного типологического районирования территории: физико-географического, инженерно-геологического, геоморфологического, почвенного, геоботанического, сельскохозяйственного. Физико-географическое районирование осуществлено путем выделения физико-географических регионов на ландшафтной карте.

Геолого-геоморфологическое строение северо-восточного Прикаспия обусловлено трансгрессивно-регрессивными фазами Каспийского моря и разнонаправленными тектоническими движениями, что проявилось в наличии отчетливых высотных ярусов в рельефе, которые являются ведущим фактором ландшафтной дифференциации территории исследования. Высокий радиационный баланс и почти полное отсутствие облачности определяют высокие температуры воздуха и верхнего слоя почвы, что в свою очередь способствует развитию процессов физического выветривания, сор- и такрообразования. Температурный режим характеризуется резкой контрастностью сезонных и суточных колебаний, что усиливает физико-химическое выветривание пород, плоскостной смыв и линейную эрозию. Почвенный покров северо-восточного Прикаспия представлен зоной пустынных бурых почв с подзонами бурых почв северной пустыни и серо-бурых почв средней пустыни с широким распространением солонцеватых и засоленных почв, активно подвергающихся процессам песчаной и соровой дефляции. Для северо-восточного Прикаспия характерно преимущественное распространение пустынной и полупустынной растительности. Вследствие дефицита влаги и засоленности почв основное распространение получила полынно-солянковая пустыня с участками полупустынной и степной кустарниковой растительности.

По совокупности биоклиматических показателей ландшафты северо-восточной части Прикаспийского региона относятся к пустынному типу, подтипу северных пустынь. На основе космических снимков создана ландшафтная карта Казахстанской части Прикаспия масштаба 1:1000000. Классы ландшафтов выделены по морфотектоническим категориям на горный и равнинный, и подразделены на подклассы в соответствии с ярусной дифференциацией ландшафтной структуры. Это подкласс низкогорных ландшафтов гор Каратау и Актау на Мангышлаке. При разделении равнинных ландшафтов на возвышенные (плато Мангышлак, Кендерли и Устюрт) и низменные (Прикаспийская низменность) учтены не только формальные гипсометрические показатели, а также возраст их литогенной основы и история развития ландшафтов в целом рисунок 1. [8].

Однородность территории по морфотектоническим, геоморфологическим признакам, а также единство растительного покрова в ранге групп ассоциаций и сопряженных с ними почв послужила критерием

выделения 18 видов ландшафтов, среди которых в прибрежной зоне встречаются плоские, слабонаклонные плато, с сетью сухих долин и долинообразных понижений, с невысокими структурными уступами, сложенные элювиально-делювиальными отложениями, с разреженной полынно-солянковой и кейреуково-эфемеровой растительностью на бурых солонцеватых суглинистых почвах, с такырами и солончаками, лишенными растительности, с эфемеровой растительностью на бурых супесчаных и легкосуглинистых почвах.

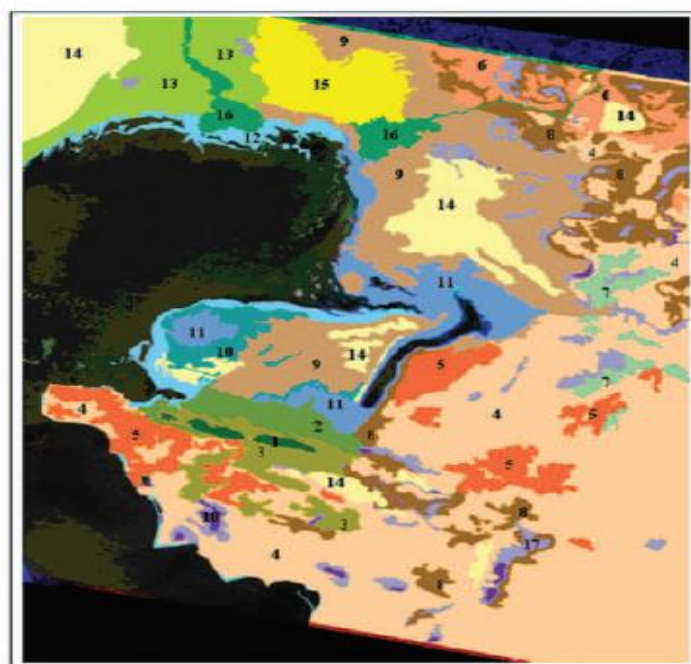


Рисунок 1. Ландшафтная карта Казахстанской части Прикаспия

Плоские днища сорово-дефляционных и древнеозерных впадин, с солянковой растительностью пустынь, массивами солончаков (соров), практически лишенных растительности. Равнины плоские (низкие морские террасы), с лагунами, озерами и заливами, с береговыми валами, островами и песчаными косами, с массивами перевеваемых песков и солянковыми пустынями на маршевых солончаках.

2.3 ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА ПРИБРЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ

Процессы почвообразования в прибрежной зоне зоны находятся в тесной связи с колебаниями современного уровня моря. Период длительного снижения уровня, сменился в 1978 г резким подъемом, который в 1995 году стабилизировался. Колебание уровня вызывает затопление и подтопление или обсыхание уже сформированных почв и ландшафтов (соры Кайдак, Оликолтык).

В четвертичную эпоху колебания уровня Каспийского моря были связаны с резкими изменениями климата на Русской равнине – чередованием ледниковых и межледниковых эпох, когда менялся циркуляционный режим атмосферы и сток Волги [4].

В XX в. уровень Каспийского моря существенно изменялся дважды: в 1929 г. достиг отметки –26 м, после 1930 г. уровень стал стремительно понижаться и в 1977 г. достиг отметки –29,02 м, то есть занял самое низкое положение за последние 200 лет, что привело к обсыханию обширных прибрежных площадей дна [5].

Начиная с 1979 г. уровень Каспия начал резко повышаться и за период с 1979 по 1991 гг. поднялся почти на 2,5 м при средней интенсивности около 15 см/год [6]. В 1995 г. повышение уровня замедлилось и с 1996 г. вновь наблюдалось его понижение. Из-за малого уклона дна прибрежной зоны северной и северо-восточной частей Каспийского моря и прилегающей к ней суши происходит постоянная перестройка береговой линии, охватывающая до 15 км при изменениях фонового уровня моря на один метр и до 20–30 км при сгонно-нагонных колебаниях уровня моря [7].

Быстрые изменения уровня моря, а также интенсификация хозяйственной деятельности оказывают значительные влияния на динамику ландшафтов побережья и определяют развитие геоэкологических процессов. Ландшафт прибрежной зоны северо-восточного побережья Каспийского моря является (большая часть) пологим. Поэтому, при сильных и продолжительных ветрах со стороны моря большие участки побережья затапливаются морской водой. Для защиты населения и прибрежной зоны моря многие участки береговой линии защищены многокилометровыми дамбами. Нефтяные компании тщательно следят за состоянием дамб, чтобы не допустить попадания нефти на акваторию с территории побережья.

Карта наиболее продолжительных стояний уровня Каспийского моря в позднем плейстоцене и голоцене составлена на основе полевых исследований, геолого-геоморфологических данных, анализа топографических карт, материалов дешифрирования цифровых космических снимков и литературных источников. Для анализа пространственно-временных изменений картографированы наиболее подтвержденные и долговременные стояния Каспия: -34, -29,-27,-25,-22,-9,0,50м, которые в пределах территории Мангистауской области и прилегающей части Казахстанского сектора Каспийского моря хорошо выражены. Анализ реконструированных уровней за голоценовый (10 тыс.лет) исторический (2,5-3,0 тыс лет) и инструментальный (1835-2003г.г.) периоды (по Р.К.Клиге, 1994г.) позволил выделить максимальные, средние и минимальные значения уровней. Амплитуда колебаний за инструментальный период основана на данных гидропостов и составляет 3,8м. в среднем -2,3см/год.

Таблица 1 - Амплитуды колебания уровня Каспийского моря (в м.)

| Уровень моря | Периоды | | |
|--------------|-------------|--------------|------------------|
| | Голоценовый | Исторический | Инструментальный |

| | (10 тыс лет) | (2,5-3,0 тыс лет) | |
|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Максимальный | -9 | -20 | -25,2 |
| Средний | -25 | -27 | -26,6 |
| Минимальный | -34 | -34 | -29 |
| Амплитуда колебаний | 25 (0,35см/год) | 14 (0,55 см/год) | 3,8 (2,3см/год) |

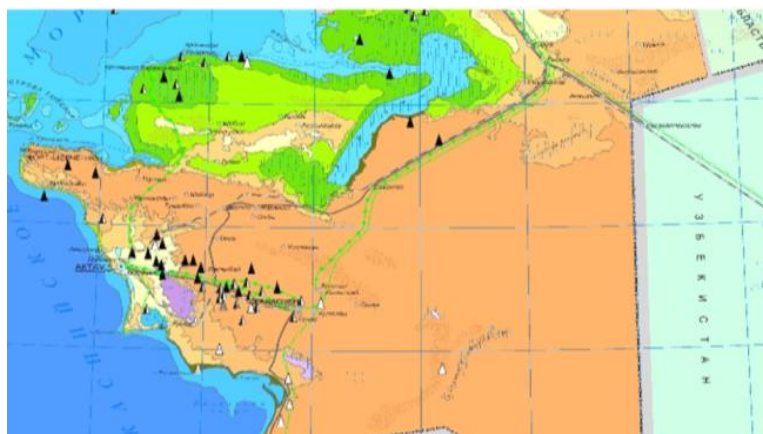


Рисунок 2. Уровни длительного стояния Каспийского моря (на основе данных Атласа Мангистауской области, 2010)

Карта позволяет охарактеризовать риски затопления и подтопления селитебных объектов, месторождений углеводородного сырья и общей инфраструктуры области при различных сценариях колебания уровня моря рисунок 2. Из селитебных объектов, опасности затопления и подтопления наиболее подвержены п.Баутино, г.Форт-Шефченко, а.Акшукур, частично г.Актау, а.Курык. В зоне подтопления и воздействия сгонно-нагонных вод в пределах полуострова Бозащы, соров Оликолтык и Кайдак расположены многие действующие нефтегазовые месторождения (Каражанбас, Каламкас, Арна, Каратурын, Бозащы, Толкын, Комсомольское М. и другие) которые обвалованы дамбами, в основном из местных грунтов, характеризующихся высокой проницаемостью и подверженностью к абразионным и эрозионным процессам. Проблема загрязнения вод и почв нефтепродуктами является очень актуальной для прибрежной зоны, в которой находятся затопленные скважины.

Один из самых ярких феноменов Каспия влияющая на формирование почв береговой полосы является периодическая изменчивость его уровня. В историческое время Каспийское море имело уровень более низкий, чем мировой океан. Колебания уровня каспийского моря настолько велики, что уже в течение более чем столетия привлекают внимание не только ученых. По результатам выполненных работ проведен анализ динамики уровня северо-восточного Каспия, в периоды снижения и повышения за 1960-2013 годы. На основании исследований 3-х 17-ти летних периодов колебания уровня Каспийского моря (спад 1960-1977 гг), (подъем 1978-1995 гг) и (спад 1996-2013

гг). Дается прогноз 4-го, 17-ти летнего периода подъема моря, которые представлены на рисунках 3 и 4.

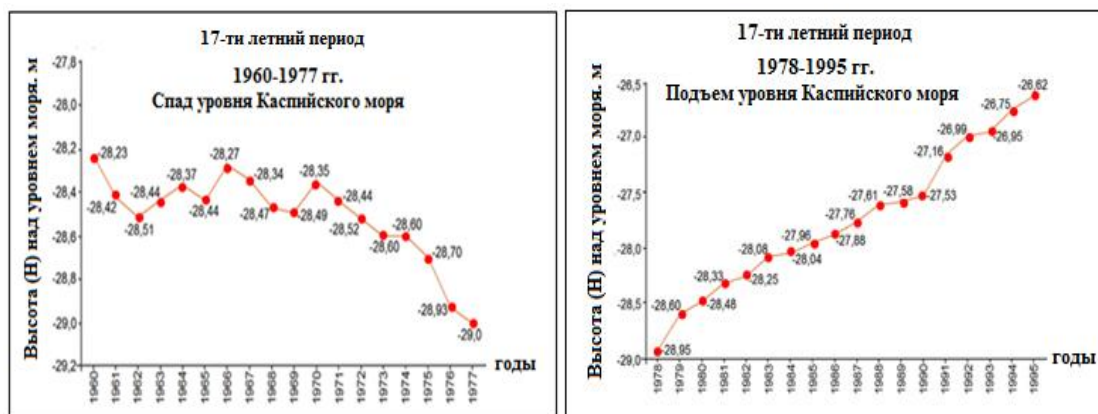


Рисунок 3. Спад уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1960-1977 гг. и в 1978-1995 гг.(Казгидромет)

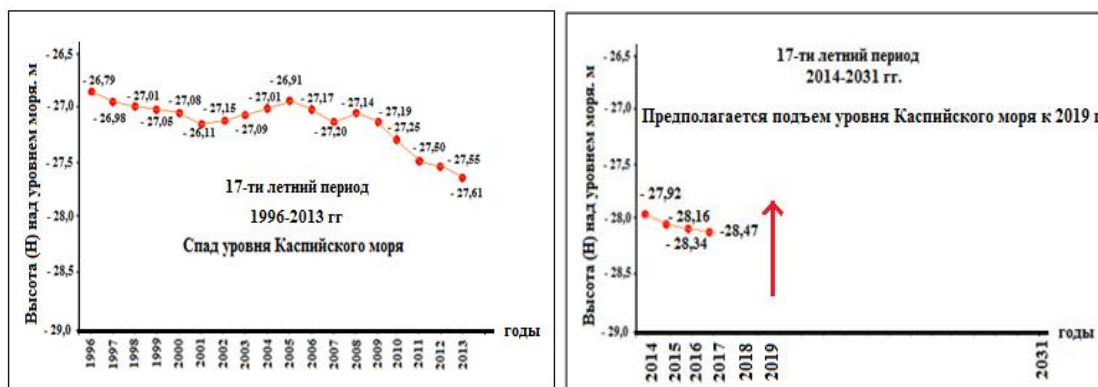


Рисунок 4. - Спад уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1996-2013 гг. и новый период предполагаемого подъема уровня Каспия (Казгидромет)

В наших исследованиях, 2014 год, мы считаем следующим опять же 17-ти летним периодом, но уже повышения уровня Каспия. При этом циклы понижения Каспия, будут не более 5 лет. На общие колебания уровня Каспийского моря накладываются его сезонные изменения, среднемноголетняя которых достигает 40 см, а также нагонные явления последние особенно ярко проявляются в северном Каспии. Колебания уровня каспийского моря приносят большой ущерб государствам, окружающим его акваторию. Динамика образования береговой линии Каспийского моря представлены на рисунке 5.

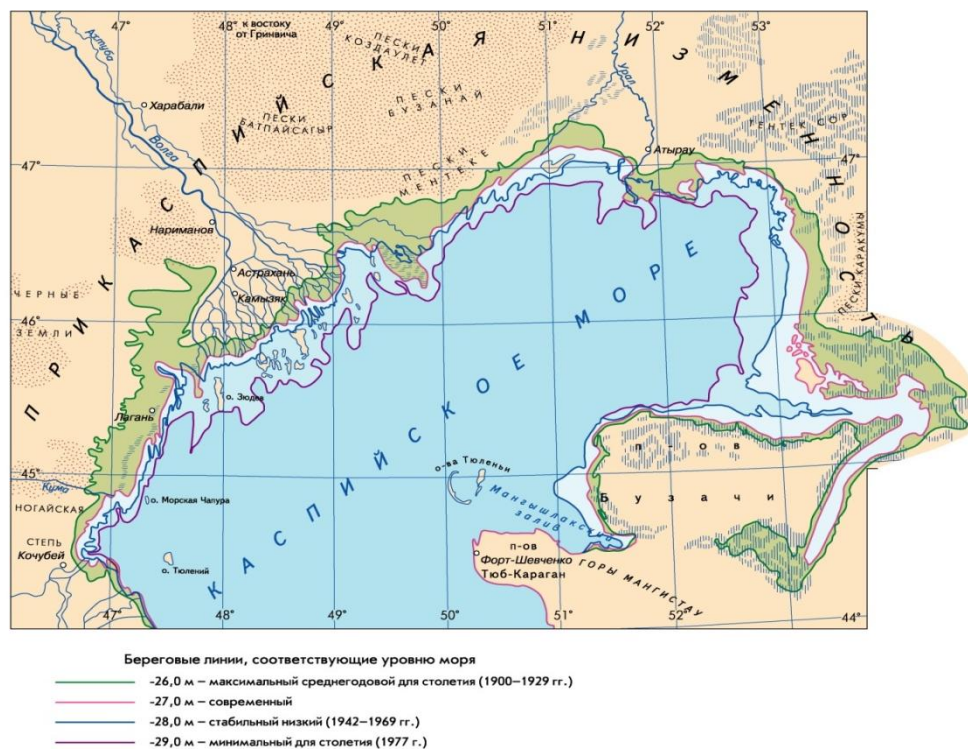


Рисунок 5. Динамика береговой линии Каспийского моря

Установлено, плоский рельеф волна нагона проходит беспрепятственно, движение вверх по небольшим поднятиям при этом замедляется. Вероятность попадания фрагмента береговой линии на некотором участке будет зависеть от частоты нагона и состояния рельефа поверхности суши. В этой связи, вероятность фиксации береговой линии на более высоких отметках будет выше, чем на плоской поверхности. Наиболее часто нагоны наблюдаются в интервале 30–39 см. Типы берегов созданные приливными и сгонно-нагонными процессами (осушенные) представлены на рисунке 6.



Рисунок 6. Типы берегов прибрежной зоны

На основании данных об отметках высот местности и топографической карты области, выполнен фрагмент конфигурации береговой линии в районе нефтяных промыслов, после прохождения нагонно-сгонных явлений. Распределение площадей прибрежной зоны подверженных нагонным (рисунок 7) и сгонным явлениям (рисунок 8.), выполнены в пределах координат $50^{\circ}8'27''$ и $53^{\circ}8'53''$ в.д, $45^{\circ}9'15''$ и $44^{\circ}3'26''$ с.ш.

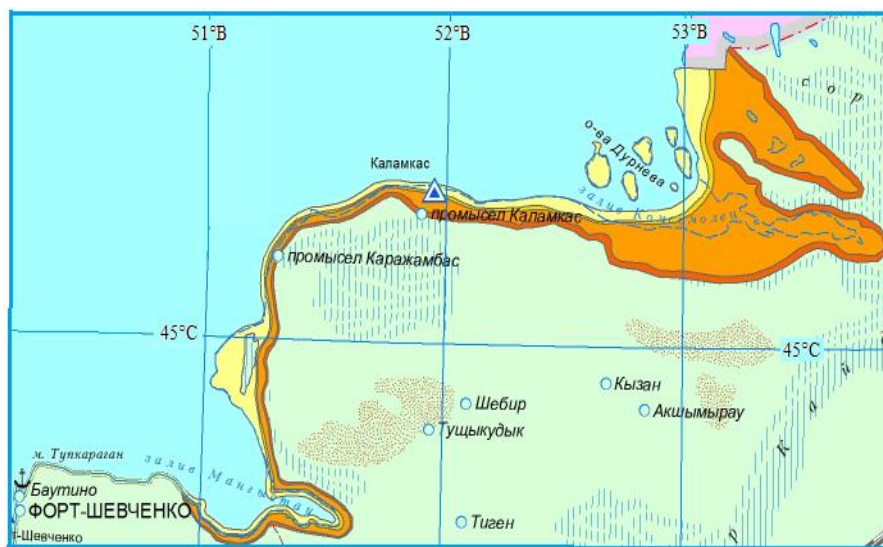


Рисунок 7. Распределение площадей прибрежной зоны подверженных нагону вод

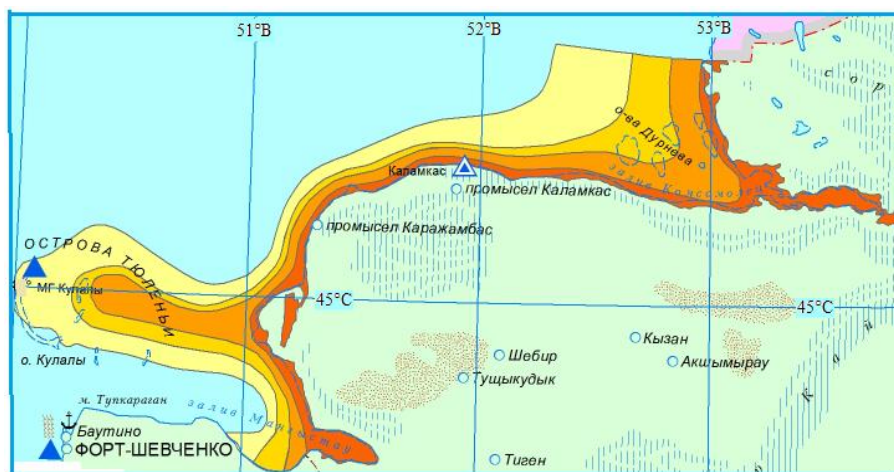


Рисунок 8. Распределение площадей прибрежья в результате сгонных явлений

Территория, на которой проводились мониторинговые исследования, располагается в пределах морской новокаспийской аккумулятивной равнины. В прибрежной части преобладают равнинные формы рельефа, по мере удаления от моря они сменяются грядово-бугристо-увалистым рельефом. В пределах месторождений естественные формы рельефа нарушаются различными техногенными образованиями. Формирование почв происходит на морских

отложениях, представленных породами различного механического состава (илистые пески, суглинки, супеси) с большим количеством обломков ракушек. Отличительной особенностью почвообразующих пород является их высокое засоление. Из отложений соли в результате геохимических миграций постоянно поступают в почвенный профиль.

Процессы почвообразования в прибрежной зоне находятся в тесной связи с колебаниями современного уровня моря. Колебания уровня вызывают затопление и подтопление или обсыхание уже сформированных почв и ландшафтов. При снижении уровня воды на освободившемся дне моря начинают формироваться молодые примитивные почвы и наблюдаются процессы опустынивания существующих ландшафтов морской равнины. Подъем уровня моря привел к формированию гидроморфных условий почвообразования. Изменения гидрологических условий, связанных с колебаниями уровня Каспия, приобрели настолько динамичный характер, что признаки почвообразовательного процесса не успевают накопиться и закрепиться в конечных продуктах почвообразования.

Для устойчивого закрепления в профиле почв признаков протекающего почвообразовательного процесса и формирования почв требуется значительно более длительный период времени, т.е. почвы не успевают пройти полный цикл почвообразования и несут в своем профиле признаки, как прошлых стадий своего развития, так и свойства, определяемые современными условиями формирования. В соответствии с «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Республики Казахстан» характеризуемая территория относится к Арало-Каспийской провинции пустынной зоны, где зональным типом почв являются бурые пустынные почвы.

С точки зрения сельскохозяйственного использования почвы имеют низкую ценность и могут служить только в качестве сезонных пастбищ. Зональным почвенным типом на описываемой территории являются бурые пустынные почвы. Однако ввиду значительного влияния моря на почвообразовательный процесс, молодости территории, близкого залегания к поверхности минерализованных грунтовых вод наибольшее распространение здесь получили интразональные почвы, луговые приморские и солончаки, а на территории месторождений пески и техногенно-нарушенные земли.

2.4 СТЕПЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАНДШАФТАХ

С начала XX в. непрерывно увеличивается антропогенная нагрузка на ландшафты северо-восточного Прикаспия. В регионе активно развиваются такие процессы как, техногенное загрязнение компонентов ландшафтов и засоление вследствие разлива высокоминерализованных пластовых вод, пастбищная дефляция, снижение проективного покрытия и деградация растительности.

Изучение природных (физико-географических) и антропогенных процессов на основе дистанционного зондирования, ландшафтного картографирования и геоэкологического районирования позволяет получить достоверную картину их пространственного распространения и интенсивности развития. Большая роль в пространственном распространении природных процессов принадлежит колебаниям уровня Каспийского моря и постоянной перестройке береговой линии, что приводит к затоплению прибрежных ландшафтов и их техногенному загрязнению, т.к. здесь расположена значительная часть действующих и находящихся в консервации нефтяных скважин. Изменение свойств ландшафтов под влиянием антропогенных воздействий происходит на фоне естественной эволюции природной среды, оказывающее влияние на природные системы жизнеобеспечения человека. Степень антропогенной нарушенности ландшафтов представлены на рисунке 9.

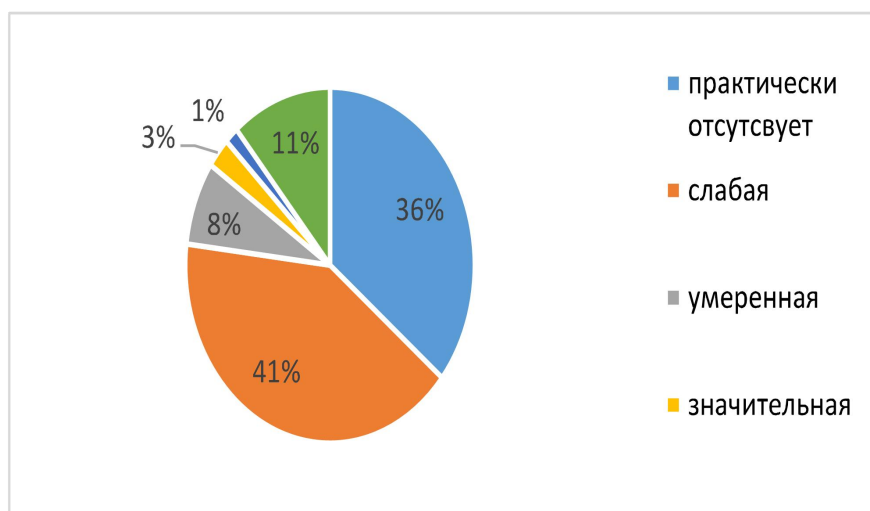


Рисунок 9. Степень антропогенной нарушенности ландшафтов

2.5 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Под *геоэкологическими процессами* понимаются изменения, происходящие в пределах современных ландшафтов под влиянием антропогенных воздействий (перевыпаса скота, нефтедобычи) на фоне естественной эволюции природной среды (неотектонических движений, трансгрессий и регрессий Каспийского моря) и оказывающие положительное или отрицательное влияние на жизнедеятельность населения (расселение, продуктивность сельскохозяйственных угодий и др.).

По проведенному анализу атласа Мангистауской области преобладающая часть сельскохозяйственных земель приходится на пастбищные угодья, занимающие около 90 % северо-восточного Прикаспия. Нормы пастбищной нагрузки на ландшафты представлены на рисунке 10.



Рисунок 10. Нормы пастбищной нагрузки на ландшафты (на основе данных Атласа Мангистауской области, 2010)

Орошаемые пашни и залежные земли охватывают 0,5 % площади сельскохозяйственных угодий, фрагментарно приуроченных к населенным пунктам и долинам рек. Уровень воздействия сельского хозяйства на ландшафты представлены на рисунке 6.4.2

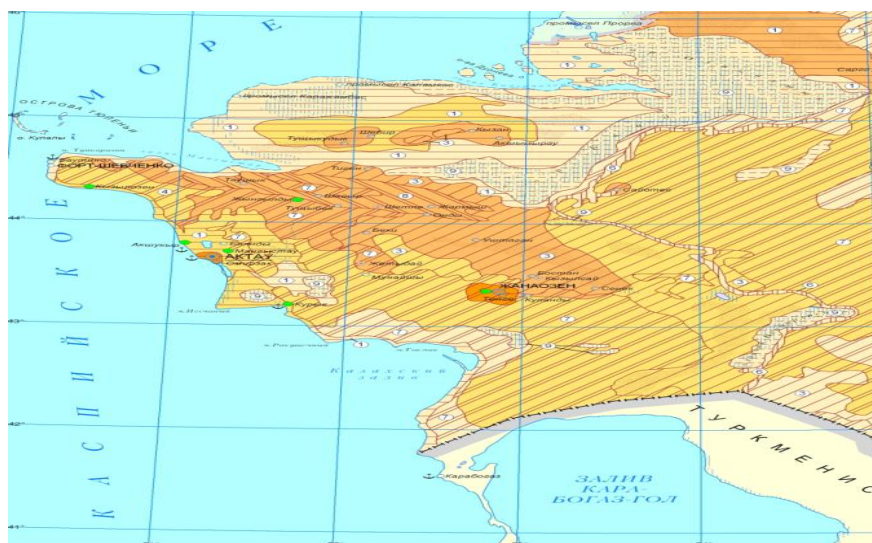


Рисунок 11. Воздействие сельского хозяйства на ландшафты (на основе данных Атласа Мангистауской области, 2010)



Рисунок 12. Степень сельскохозяйственного воздействия на ландшафты

Геоэкологические процессы северо-восточного Прикаспия были классифицированы: 1) *по генезису* на природные и антропогенные, в зависимости от условий и причин их возникновения. Например, процессы дефляции и эоловой аккумуляции на исследуемой территории имеют в основном природный характер и связаны с накоплением на большей части территории песчано-детритово-глинистых отложений неоген-четвертичного возраста [9], накопившихся в результате новейших трансгрессий уже обособившегося внутриконтинентального морского бассейна. Также к природным факторам развития процессов дефляции и эоловой аккумуляции на исследуемой территории относятся интенсивное физическое выветривание горных пород, сухость продуктов выветривания, незначительное количество атмосферных осадков (на северном побережье 170–190 мм, понижаясь к юго-востоку до 140–150 мм), частые и сильные ветры (от 4 до 7 м/сек.), отсутствие или разреженность растительного покрова. В дополнение к природной обусловленности развития процессов с начала XX век нарастает роль антропогенных факторов, таких как перевыпас скота, строительство дорог, прокладка нефтепроводов и др.

На основе проведенного анализа развития геоэкологических процессов в пределах различных антропогенных модификаций ландшафтов с помощью полевых исследований и с применением синтезированных многозональных космических снимков Landsat 5 определены прямые и косвенные дешифровочные признаки пространственного распространения и интенсивности исследуемых процессов.

В качестве примера могут служить такие геоэкологические процессы, как засоление и водная эрозия. Изучение *засоления* как ответной реакции современных ландшафтов на периодические колебания уровня моря и последствия нефтедобычи проводилось по данным ДДЗ и геоинформационного картографирования.

2.6 УСТОЙЧИВОСТЬ ЛАНДШАФТОВ К НЕФТЯНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

Мангистауская область является регионом развития мощного промышленного производства различных отраслей хозяйства, а также местом проведения ядерных испытаний, которые привели к осложнению экологической ситуации. Основными источниками антропогенного воздействия на окружающую среду в области являются промышленные предприятия нефтедобычи. На территории Мангистауской области размещены 4 крупных месторождения нефти и газа Каламкас, Каражанбас, Узень, Жетибай, эксплуатация которых начата с 1963 года. Большинство нефтяных месторождений расположено в прибрежной зоне.



Рисунок 13. Антропогенные источники воздействия на прибрежную зону (на основе данных Атласа Мангистауской области, 2010)

В условиях нарастающей техногенной нагрузки комплексные исследования, направленные на оценку экологического состояния, устойчивости ландшафтов, районирование территории по степени техногенного воздействия на компоненты ландшафта становятся актуальными задачами для всего Каспийского региона.

Совместное использование разновременных снимков Landsat TM и серий тематических карт (ландшафтной, карта рельефа, интенсивности проявления дефляционных и эоловых процессов, и др.) и программы IDRISI позволило составить карту активизации деградационных процессов в ландшафтах Мангистауской области. В пределах каждого вида ландшафта были выделены основные (преобладающие) деградационные процессы разной интенсивности и

другие деструктивно-ландшафтные процессы, вследствие аридизации климата и антропогенного воздействия

На рисунке 14. показана карта деградационных процессов ландшафтов на основе космических снимков Lansat TM и серий тематических карт Мангистауской области с применением программы IDRISI.

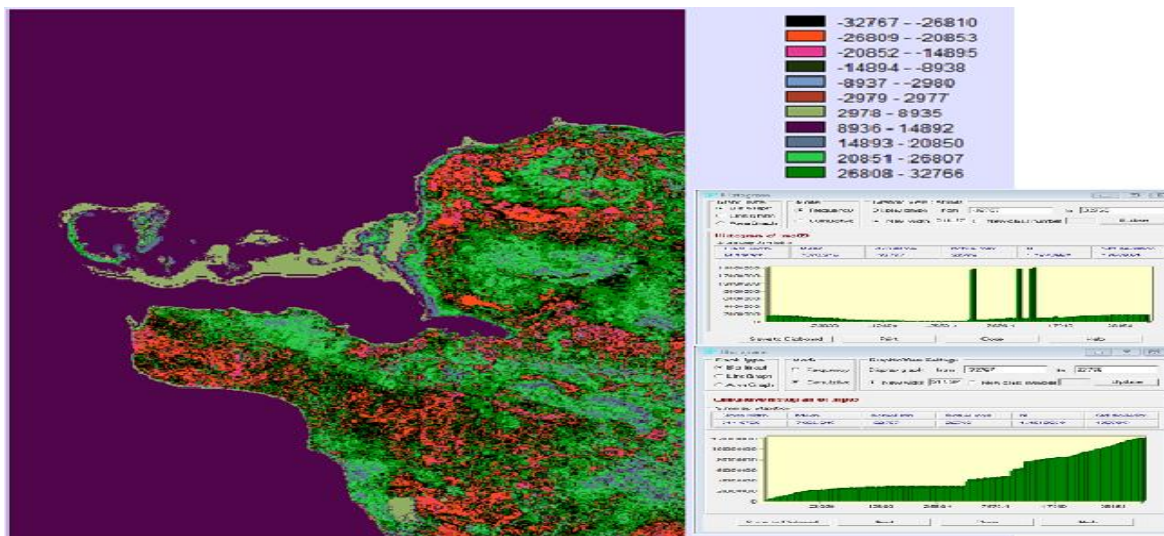


Рисунок 14. Карта деградации ландшафтов прибрежной зоны составленная с использованием космоснимков (2014)

При сопоставлении полученных результатов по оценке устойчивости ландшафтов и расположения основных нефтегазовых месторождений, нефтепроводов на исследуемой территории было выявлено, что основная техногенная нагрузка приходится на прибрежные ландшафты, где распространение получили приморские и соровые солончаки, солонцы с низкой и средней устойчивостью почв к загрязнению нефтеуглеводородами.

2.7 ГЕОМОРФОЛОГИЯ МОРСКОГО ДНА

Общие черты рельефа дна Казахстанского сектора Каспийского моря отражают крупные геотектонические структуры региона, которые определяют его деление на Северный и Средний Каспий, разобщенные Мангыстауским порогом [10]. Северная часть территории Мангистауской области относится к Прикаспийской впадине допалеозойской Русской платформы и тесно взаимосвязана с геологическим и геоморфологическим строением прилегающей суши. Первичные неровности, созданные солянокупольной тектоникой, выполаживаются за счет абразионно-аккумулятивной деятельности течений, волнений и сгонно-нагонных явлений. Шельф Северного Каспия характеризуется в целом пологим наклоном и слабой расчлененностью, максимальные глубины не превышают 10 м. Выделяется несколько типов подводной аккумулятивной равнины:

- морская, созданная течениями и волнениями;
- комплексного происхождения с островами и отмелями;

- наклонная подводного берегового склона.

Существенно влияют на развитие рельефа низменных побережий Северного Каспия стгонно-нагонные явления. В начале 2000 г, еще недавно сухие соры превратились во влажные, в том числе такие обширные, как Оликолтык и Кайлак.

В пределах морской равнины, созданной течениями и волнениями, развиты крупные аккумулятивные формы: - отмели, валы, бары, банки, особенно в восточной части. Особенностью геоморфологического строения Северного Каспия являются выраженные в рельефе впадины эрозионно-тектонического происхождения – Уральская и Мангыстауская бороздины [11]. Мангыстайский порог представлен в рельефе группой отмелей и аккумулятивных островов, расположенных на продолжении полуострова Тупкараган Мангистауской области.

Шельф Среднего Каспия (шириной – 60 км, при протяженности береговой линии 515 км, площади – 31 км³) формировался на протяжении неоген-четвертичного времени в условиях довольно активных тектонических движений. Общие его уклоны составляют 0,001-0,003, что на порядок превышает уклоны шельфа Северного Каспия.

В рельефе шельфа Среднего Каспия выделяется равнина не волновой аккумуляции, обрамленная узкой полосой подводного берегового склона. Углы наклона подводного берегового склона значительно круче, чем на мелководном шельфе Северного Каспия [12]. Склон характеризуется относительно расчлененным рельефом. Основными рельефообразующими процессами являются процессы денудационно-абразивного выравнивания. Мощность четвертичных отложений незначительна, залегают они фрагментарно на глинах неогена. Для выделения районов Северного и Среднего Каспия и профиля дна, составлена схема-карта, с нанесением линий А-В (авандельта р. Волга - мыс. Тупкараган) и С-D (о. Чечень - м.Тупкараган) (рисунок 15).

Рельеф северной части Каспия – мелководная волнистая равнина. По особенностям рельефа дна в рассматриваемой части Каспийского моря можно выделить следующие геоморфологические районы, по которым и будет вестись дальнейшее описание рельефа морского дна Каспийского моря [13]:

- Район Северного Каспия, расположенный к северу от линии о. Чечень (43°57'58,60" с.ш, 47°44'59,06" в.д) – мыс. Тупкараган (44°35'36" с.ш, 50°16'5" в.д) , которая является условной границей между северной и средней частями Каспия (рисунок 16а);

- Район Мангышлакского порога, который является природной границей между северной и средней частями Каспийского моря.

Северный Каспий характеризуется глубинами в интервале 1-6 м, и представляет собой наиболее выровненную и полого наклонённую равнину ступенчатого строения со спуском к середине моря по линии А-В, с протяженностью 200 км.

Рельеф дна в сторону полуострова Бузачи гораздо пологий и вместе с тем наблюдается резкое падение к центру этой линии, что обуславливает

48°36'12,7" в.д) - основана в 1870 году как поселок переселенцев из России на Каспии [15].

В 1944 году при депортации калмыков переименован в Каспийский, с 1963 года город, в 1991 году возвращено название Лагань. Каспийское море за это время отступило, и город сейчас находится в 9 км от берега.

Подъем уровня с 1978 по 1995 год оказался не только неожиданным, но и привел к еще большим негативным последствиям [16]. В зоне затопления и подтопления оказались значительные территории, особенно в северной (равнинной) части Дагестана, в Калмыкии, Астраханской области. От подъема уровня оказались затопленными и пострадали города Дербент, Каспийск, Махачкала, Сулак, Каспийский (Лагань) и десятки других более мелких населенных пунктов.

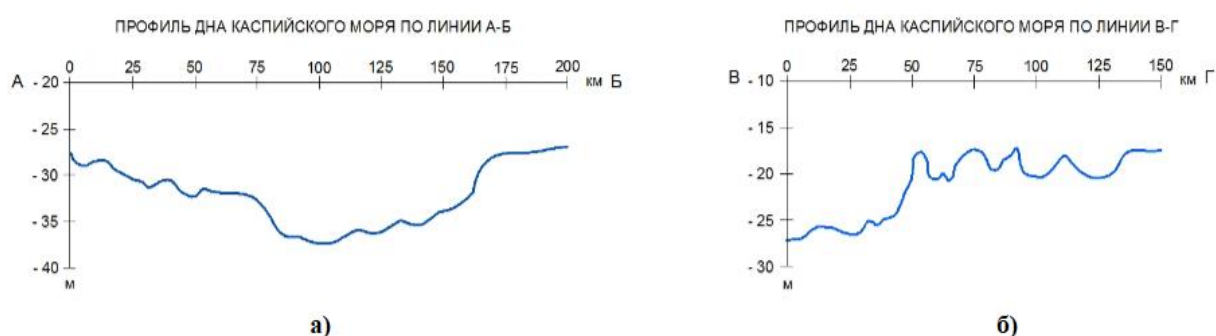


Рисунок 16. Профили дна Каспийского моря (Атлас Мангистау, 2009)

В нашей Казахстанской части Каспийского моря, то в зоне подтопления в пределах полуострова Бузачи, расположены действующие нефтегазовые месторождения Комсомольское, Каламкас, Каражанбас, Арман, которые обвалованы дамбами, в основном из местных грунтов, характеризующихся высокой проницаемостью и подверженностью к абразионным и эрозионным процессам. Из селитебных объектов опасности подтопления наиболее подвержены п.г.т. Баутино, г. Форт-Шевченко а также частично областной центр Мангистауской области г. Актау. В этой связи проблема загрязнения вод и почв нефтепродуктами является очень актуальной для прибрежной зоны Каспия, в которой находятся затопленные скважины [17]. Непостоянство уровня моря поставило много вопросов, важнейшим из которых является восстановление и поддержание рыбохозяйственного значения Каспия. Для их решения было необходимо выяснить причины снижения уровня моря, изучить его водный баланс.

Вывод по главе

На основе анализа особенностей строения и динамики литосферы, изучения тонкой структуры региональной сейсмичности и современных тектонических движений, автором предложена сейсмогеодинамическая модель

Каспийского региона, согласно которой сейсмической активизации предшествует изгиб дна Южно-Каспийской впадины и появление "избытка" воды в море. И, наоборот, после крупных землетрясений и погружения соответствующих участков земной коры в зоне субдукции Центрального Каспия следует общий спад его водной поверхности. Показано, что бассейн Каспийского моря, будучи изолированным от мирового океана, чувствительно реагирует на малейшие региональные и локальные геодинамические деформации, являясь своеобразным индикатором сейсмогеодинамических процессов.

Выполнен и обоснован анализ трех 17 – летних периодов снижения и повышения уровня в Казахстанской части Каспийского моря. Дана оценка влияния периодов колебания уровня Каспийского моря на состояние почв прибрежной зоны Каспия в районе нефтяных промыслов, для создания баз данных.

Установлено, признаки почвообразовательного процесса не успевают накопиться и закрепиться в конечных продуктах почвообразования, по причине динамичного характера колебаний уровня Каспийского моря, вызванного изменениями гидрологических условий.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

3.1 СОСТОЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Биологическое разнообразие Каспийского моря и его прибрежной зоны придаёт этому региону особую значимость. Одной из наиболее важных черт биоразнообразия Каспийского моря является относительно высокий уровень эндемичности его фауны (КЭП 2009). Наибольшее число эндемиков из всех таксонов обнаружено в срединном Каспии, а наибольшее разнообразие - в северном Каспии. Прибрежный район характеризуется широким спектром сред обитания от крупных речных систем и заболоченных земель, таких как дельты рек Волги, Урала и Куры, заболоченных систем вдоль Иранского побережья, сверхсолёного залива Кара-Богаз-Гол, и до песчаных и скалистых пустынь восточного побережья (Solberg et al. 2006). Заболоченные местности в регионе играют значительную роль как места кормления и отдыха для перелётных птиц. Однако, в результате человеческой деятельности, воздействия инвазивных чужеродных видов, изменений климата и колебаний уровня воды в Каспийском море, растут угрозы биологическому и ландшафтному разнообразию в регионе (КЭП 2007а).

В результате, 112 растительных видов и 240 видов животных в прибрежной полосе Каспийского моря отмечены в Каспийском кадастре береговой зоны и включены в Красный список угрожаемых видов МСОП (2006) или Национальные Красные книги (1981, 1988, 1989, 1996а, б, 1999, 2001, 2004). Один вид грибов, один вид лишайников, один вид мхов и 109 видов сосудистых растений составляют список редких и находящихся в опасности растительных видов. Животные из Красной книги представлены 77 беспозвоночными видами, 1 видом круглоротых, 18 видами рыб, 7 видами амфибий, 26 видами рептилий, 79 видами птиц и 32 видами млекопитающих. Доля слабозащищённых и находящихся в опасности видов, обитающих в прибрежных государствах, по сравнению с полным списком Красной книги видов, отмеченных в прибрежной зоне Каспийского моря, выглядит таким образом (КЭП 2006): Азербайджан: 44% растений и 33% животных; Иран: 6% растений и 13% животных; Казахстан: 10% растений и 32% животных; Россия: 64% растений и 65% животных; Туркменистан: 8% растений и 15% животных; Общее число видов в Каспийском регионе составляет около 1800-2000 видов из различных групп растений и животных.

3.2 ВОДОРΟΣЛИ

В Каспийском море имеется множество видов водорослей, но количество видов водорослей убывает в направлении южной части Каспия в силу сокращения объемов пресноводных экосистем. С другой стороны, количество морских видов в Северной части Каспийского моря увеличилось на 10%, а в Южной части – на 33%. Наибольшая численность наблюдается у диатомовых

(Bacillariophyta), зелёных водорослей (Chlorophyta), и сине-зелёные водоросли (Cyanophycota). Число видов красных водорослей, бурых водорослей, пиропитов и золотистых водорослей незначительно. Большинство видов водорослей относится к фитопланктону, но некоторые виды присутствуют и в микрофитобентосе и в перифитоне, а также в виде небольших отдельных растений. Фитопланктон является основным производителем органического вещества в Каспийском море, объёмы которого составляют 200-230 млн. тонн ежегодно. Синезелёные водоросли в Каспийском море представлены пресноводными, солоноватоводными и морскими видами. Имеется 131 вид и 19 форм сине-зелёных водорослей, принадлежащих 19 родам. Однако, около 30 из них не были отмечены в прошедшие два десятилетия. Большая часть этих видов населяет Северный Каспий, и лишь два вида обитает в Южном Каспии. Сине-зелёные водоросли могут быть найдены в фитопланктоне и в одноклеточной мембране на поверхности воды, а также на бетонированных скалах

Зелёные водоросли представлены в Каспийском море 138 видами и 20 формами из 49 родов. Однако, лишь 70 видов были обнаружены в ходе исследований в 1990-2008 гг. Большая часть зелёных водорослей являются пресноводными и распространены вокруг дельт рек. Максимальное разнообразие и численность были зафиксированы в дельте Волги и в Северном Каспии. Лишь 16 видов были найдены в Среднем и Южном Каспии вдоль восточного побережья. Харовые водоросли являются незначительными метафитами размером до 20-40 см. В Каспийском море были обнаружены только семь видов из 2 родов. Они произрастают на небольшой глубине в Южном и Среднем Каспии и являются предпочтительным источником пищи для многих водоплавающих. Всего на Каспии имеется 620 видов и 48 форм водорослей. 17 из них - эндемики района, и 4 были интродуцированы.

Высшие растения

Имеется 132 видов подводных, водных и плавающих высших растений из 44 родов. Лишь 25 из них можно встретить в море, а все остальные распространены в дельтах рек и на заболоченных территориях.

Тростник обыкновенный или южный (*Phragmites communis* или *Phragmites australis*) является самым распространённым водным растением. Его можно обнаружить вокруг Каспия повсеместно. Распространёнными подводными растениями являются взморник, рдест, уруть, руппия морская, наяда морская и роголистник. Число видов в дельтах Волги и Куры сопоставимо (56 и 47 соответственно), но видовой состав отличается. Наибольшее разнообразие было найдено в Дагестане (117 видов), где соприкасаются северная (Волга) и южная (Кура) флоры. Вдоль Иранского побережья было найдено 17 видов водяных растений, а вдоль побережья Туркменистана - лишь семь. 12 видов внесены в Красные книги Российской Федерации, Дагестана, Азербайджана и Казахстана.

Простейшие. Все известные Простейшие Каспийского моря относятся к фораминиферам. В Северном Каспии обнаружено лишь 27 видов, и 11 видов - в Южном Каспии. Планктонные простейшие не изучались.

Инфузории. В Каспийском море имеется около 400 видов инфузорий. Двадцать из них эндемики. Различают оседлые, планктонные и колониальные виды. Большая часть этих видов была обнаружена за последние 15 лет в результате углублённых исследований бентетических сообществ вокруг нефтяных скважин. Однако, это не окончательные данные, которые, вероятно, претерпят изменения при последующих исследованиях.

Медузы. До настоящего времени Каспийское море населяют пять видов медуз. Три из них были интродуцированы, а два - автохтоны. Один вид (*Moerisia pallasii*) — эндемик для Каспийского моря. Шестой вид, *Aurelia aurita*, был обнаружен лишь единожды в 1999 г. и с тех пор ни разу не встречался. Кроме того, некоторые виды пресноводных гидр могут быть найдены в мелководных дельтах рек.

Имеется лишь один вид гребешковых медуз, интродуцированных в Каспийское море — *Mnemiopsis leidyi*. Нашествие в Каспийское море гребешковых медуз *Mnemiopsis leidyi* с конца 1990-х стало одной из главных экологических проблем этой уникальной экосистемы и может считаться одним из наиболее значительных случаев вторжений инвазивного вида за всю историю морских экосистем мира.

Плоские черви. Многие плоские черви являются паразитами, небольшая группа турбеллярий обитает в природе. Из известных 25 видов турбеллярий Каспийского моря 18 являются эндемиками. Большинство работ по этой группе организмов были проведены свыше 100 лет назад. Будущие исследования смогут существенно изменить наше понимание этой группы организмов. То же самое справедливо и в отношении немуртин. Они никогда не были определены на уровне вида в Каспийском море и встречались лишь вблизи дельт Волги и Урала. Только один вид энтопрокт был найден в Каспийском море — *Barentsia benedeni*. Вероятно, он был занесён из Чёрного и Азовского морей; в настоящее время он распространён лишь вдоль восточного побережья Южного Каспия.

Нематоды. Каспийские нематоды недостаточно хорошо изучены. Вероятно, имеется много эндемических видов, но они никогда не были определены на уровне вида. В Каспийском море водится 62 вида ротатории. Два из них известны как эндемики. Оба этих вида найдены в северной части Каспийского моря. Не имеется данных об интродукции сюда данного вида.

Полихеты (многощетинковые черви) в Каспийском море не разнообразны. Лишь семь видов были обнаружены в море, один из них был занесён. Все местные виды принадлежат к оседлым многощетинковым червям. Единственным блуждающим видом является *Nereis diversicolor*, который был преднамеренно интродуцирован в 1939 году с целью улучшения донного сообщества для корма рыб. Один из видов (*Parhypania brevispinis*) эндемичен для Каспийского моря. Все полихеты — очень важное звено пищевой цепи и основной источник пищи для многих видов рыб.

Черви-олигохеты более разнообразны. Есть 20 видов из 10 родов. Шесть видов эндемичны для Каспийского моря. Наибольшее разнообразие наблюдается на Северном Каспии — 19 видов. Особи всех видов имеют небольшие размеры: от 15 до 80 мм. В некоторых местах они могут быть весьма многочисленны. Все виды служат пищей рыбам, особенно карпам и бычкам.

Сосущие кольчатые черви (пиявки) представлены лишь тремя видами. Все три вида распределены по всему морю, один вид эндемичен для бассейна Каспийского моря.

Ракообразные в Каспийском море многочисленны и разнообразны. Многие виды являются эндемиками и занимают важное место в пищевой цепи. В Каспийском море имеется множество форм ракообразных, и некоторые из них имеют большое значение.

Ветвистоусые рачки в Каспийском море многочисленны. Видовой состав различается в Северном и Южном Каспии. На севере обнаружены 39 пресноводных видов ветвистоусых рачков. 25 видов населяют Средний и Южный Каспий, и лишь 10 видов обитают и на севере, и на юге. Ветвистоусые рачки преобладают в Северном Каспии, и их число на юге относительно невелико. Все ветвистоусые рачки — важный источник питания для рыбьей молоди и планктоноядных рыб. Для тюльки их доля в рационе доходит до 6%. 16 видов (30%) эндемичны для Каспийского моря. Два вида (*Pléoripis polyphemoides* и *Penilia avirostris*) являются инвазивными.

Веслоногие менее разнообразны (31 вид), но очень многочисленны, особенно в Среднем и Южном Каспии. Доминируют 16 видов, распространенные по всей акватории Каспийского моря. На севере к ним добавляется ещё 14 пресноводных видов. Еще один вид обнаружен в Южном Каспии. Семь видов эндемичны для бассейна Каспийского моря, и четыре являются вселенцами. Веслоногие преобладают в зоопланктоне Среднего и Южного Каспия: это основной источник питания для всех планктоноядных рыб, и для тюльки, например, они составляют 90% рациона. После нашествия *Mhemiporsos leidy* разнообразие веслоногих уменьшалось в Южном Каспии временами до одного вида — *Acartia tonsa*. Этот вид также попал в Каспийскую экосистему извне лишь в 1980-е. Ещё два вида веслоногих (*Oithona similis* и *Calanus euxinus*) были обнаружены лишь в 2000-2005 гг. Эти виды попали в экосистему сравнительно недавно.

Два вида усоногих были интродуцированы в Каспийское море в начале 1950-х. Их численность иногда оказывается довольно значительной, так как они редко используются в пищу рыбами.

Остракоды или ракушковые рачки в Каспийском море разнообразны (48 видов). Среди этой группы 7 эндемиков. Размер особей всех видов весьма мал — не более 1.3 мм в длину.

Мизиды — мелкие организмы, не превышающие 40 мм и представленные в Каспийском море 21 видом. Многие виды распределены по всему морю.

Численность многих из этих видов колеблется в разные годы, но причины этого не известны. В этой группе много эндемиков — 13 видов или 60% всех видов.

Кумовые раки - это незначительная группа в Каспийском море — 17 видов из семейства Pseudocumidae. Большая часть видов рассредоточена по всей акватории моря и являются основным источником питания донных рыб, особенно лещей. 6 видов эндемичны для Каспийского моря.

Бокоплавцы разнообразны и многочисленны. Они являются излюбленной пищей для всех донных рыб. Имеется 80 видов, среди них 39 эндемиков (до 50%). Они распределены по всей акватории моря, причем в некоторых местах плотность популяции довольно значительна.

Равноногие раки представлены лишь двумя видами. Оба этих вида распространены в Среднем и Южном Каспии, но не очень многочисленны.

Десятиногие ракообразные представлены лишь пятью видами, и три из них чужеземные.

Двустворчатые моллюски не разнообразны, но в силу своего размера имеют обильную биомассу. Многие из видов пресноводные, и встречаются лишь в дельтах крупных рек (Волги, Урала, Куры, Терека). В море обитают 24 вида двустворчатых моллюсков. Введение трех из них было или преднамеренным или случайным. Интродукция *Abra ovata* and *Mytilaster lineatus* оказала большое влияние на донное сообщество. Три эндемичных вида двустворчатых моллюсков не встречались в последние два десятилетия и, возможно, вымерли.

Брюхоногие моллюски в Каспийском море обычно невелики размером. Эта группа очень разнообразна и в неё входят пресноводные виды из дельт рек и многие морские виды. В целом, их биомасса невелика по сравнению с *Mytilaster* и *Abra*. В Каспийском море имеется множество эндемичных видов моллюсков. Среди рода брюхоногих моллюсков имеется 13 эндемичных видов и 16 подвидов (88%). В Каспийском море имеется 83 вида морских брюхоногих, и 74 из них - эндемики.

В Каспийском море имеется лишь 10 видов мшанки, и в их числе нет ни одного эндемика. Возможно, что один вид (*Conopodium seurati*) является инвазивным.

3.3 РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Растительный покров — один из наименее защищенных компонентов ландшафта, который повсеместно подвергается воздействию антропогенной деятельности и страдающий от нее в первую очередь.

Наибольшие негативные последствия для растительности имеют, как правило, физические воздействия, проявляющиеся в виде механических нарушений почвенно-растительного покрова, сопровождаемые снижением почвенных характеристик нарушаемых земель.

В периоды осень 2019 года и лето 2020 года, были обследованы шесть пробных площадок —ПП-1 (паромный комплекс Курык), ПП-2 (крестьянское хозяйство «Жанбырши»), ПП-3 (прибрежный район), ПП-4 (Маяк на м.

Песчаный), ПП-5 (крестьянское хозяйство «Венера»), ПП-6 (впадина Ашисор).

На ПП-1 и ПП-3 осенью 2019 г. и летом 2020 г. были обнаружены сообщества полыни гурганской, образующей однородные массивы на суглинистых засоленных такыровидных почвах и солонцах. На щебнистых почвах в ее сообществах субдоминантами выступают кустарнички, эфемероидные злаки и итсигек.

Вблизи береговой линии заливов на территории ПП-1 – солероса (*Salicornia europaea*) и соляноколосника каспийского (*Halostachys helangeriana*), на территории ПП-3 ландшафтное значение имеют виды родов полыней (*Artemisia*), биюргуна (*Anabasis*), сарсазана (*Halocnemum*) (рисунок 17).

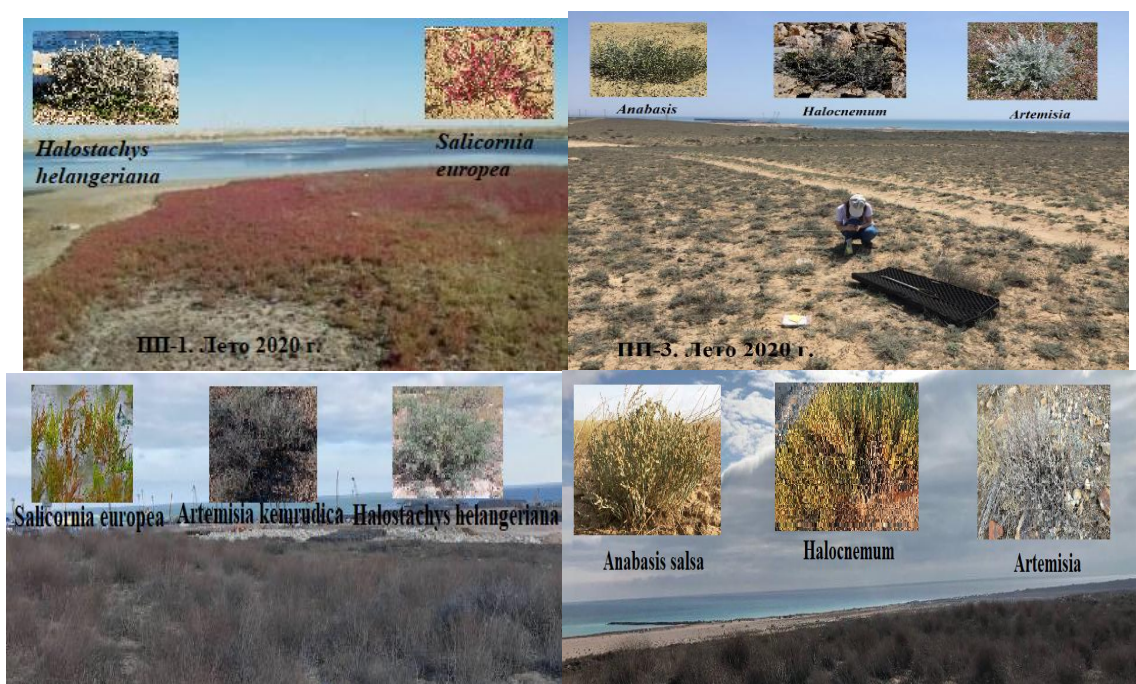


Рисунок 17. Состояние участков по линии ПП-1 и ПП-3

Проективное покрытие почвы растениями летом составляло 40%, осенью 30 %.

Ботаническое описание. *Salicornia europaea* - одно из растений-пионеров на регулярно затопляемых морских побережьях, где большинство других организмов не способны развиваться вследствие высокой концентрации солей, почти полного отсутствия гумусного слоя, недостатка кислорода (при погружении в морскую воду) и воздействия приливных волн. Растение не только понижает разрушительную энергию волны, но также способствует аккумуляции осадочных пород, смываемых в море вместе с осадками и течением рек, чем создаёт благоприятные условия для распространения других травянистых растений.

Halostachys вырастает кустом до 1–3 м высоты и ширины. Прямостоячие стебли сильно разветвлены, более старые ветки в основном безлистные. Молодые веточки сине-зеленые, мясистые, явно сочлененные (сочлененные), с

гладкой мелкой папиллезной поверхностью. Противоположные листья мясистые, голые, сросшиеся у основания и окружающие стебель (образуя суставы), с очень короткими чешуевидными треугольными лопастями.

Anabasis - растение равнин и низких предгорий, не поднимающееся в горы выше 400 м над уровнем моря. Произрастает на глинистых и суглинистых засоленных почвах пустынь и полупустынь, на такырах, сероземах, солонцах, реже на солончаках. Положительно реагирует на рыхление почвы и грунтов, о чем можно судить по обильному и пышному разрастанию анабазиса на перепаханных площадях и выбросах из нор грызунов.

Halocnemum является родом из галофитных кустарников семейства *Amaranthaceae*. Растения мясистые, с характерными шаровидными или короткоцилиндрическими боковыми ветвями и редуцированными листьями и цветками. Растения произрастают в прибрежных солончаках или влажных внутренних солончаках, сабхах, на соленой глине, в солончаках или высохших руслах рек, на высоте до 1200 м над уровнем моря.

Растительность ПП-4 и ПП-6 исследуемых сезонов были представлены биюргуново-тасбиюргуновым (*Nanophyton erinaceum*, *Anabasis brachiata*) сообществом с участием однолетней солянки (*Suaeda salsa*). По склонам на грубоскелетных щебнистых почвах преобладают солончаково-биюргуново-тасбиюргуновые (*Nanophyton erinaceum*, *Anabasis salsa*) и серополынно-тасбиюргуновые (*Nanophyton erinaceum*, *Artemisia terrae-albae*) сообщества.

На ПП-6 сообщества отличаются низким проективным покрытием - 10-20%. Растительность участка ПП-4 находилась в хорошем состоянии, проективное покрытие достигало 40-50% (рисунок 18).

Ботаническое описание. Биюргун и тасбиюргун занимают наиболее пониженные участки, полынные – самые высокие, а сообщества черного боялыча – среднее положение в микрорельефе равнин. Соотношение компонентов комплекса встречается разное, но обычно господствует черный боялыч. В мелкосопочниках неоднородные чернобоялычевые пустыни обычно представлены сериями сообществ.

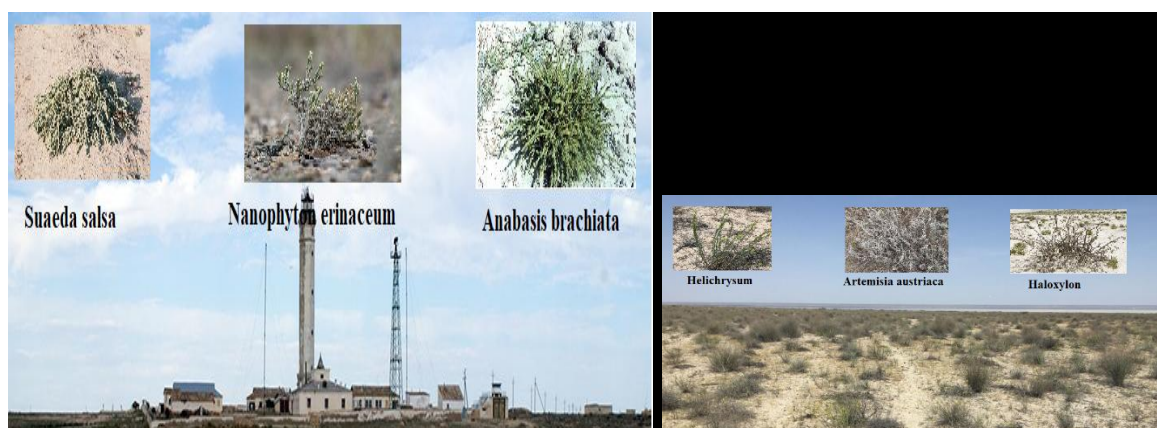




Рисунок 18. Состояние участков по линии ПП-4 и ПП-6

На пробной площадке ПП-5 вблизи крестьянского хозяйства «Венера» доминирующую роль в сообществах, наряду с полынью (виды р. *Artemisia*), играют такие виды многолетних солянок, как камфоросма (*Camphorosma monspeliaca*) и куйреук (*Salsola orientalis*).

На ПП-2 в районе крестьянского хозяйства «Жанбырши» преобладает сообщества с доминированием полыни Лерха (*Artemisia lerchiana*). В их составе постоянно присутствуют злаки (*Agropyron fragile*, *Stipa caspia*), кустарники (*Atraphaxis replicata*, *Salsola arbuscula*, *Convolvulus fruticosus*) и пустынная осока (*Carex phisodes*) рисунок 19. Проективное покрытие почвы растительностью составляло 60%. Количество зарегистрированных видов - 4.

Ботаническое описание. Полыни - дву- и многолетние (реже однолетние) травы и полукустарники высотой 3-150 см, с толстым деревянистым корнем. Листья всего чаще лапчато - или перисто-раздельные, очередные, рассечённые, реже цельные и цельнокрайные, доли мелкие и тонкие.

Нижние листья более крупные, чаще на длинных черешках, средние и верхние — мельче, менее рассечены, обычно сидячие. Стебли обыкновенно прямые. Всё растение имеет более или менее густое беловатое или сероватое опушение, часто серебристые или войлочные. Цветы чрезвычайно мелкие, чаще жёлтые, иногда красноватые, собраны в мелкие соцветия — головки — яйцевидные, чашевидные или почти шаровидные корзинки 1-10 мм диаметром с черепитчатыми листочками обёртки.

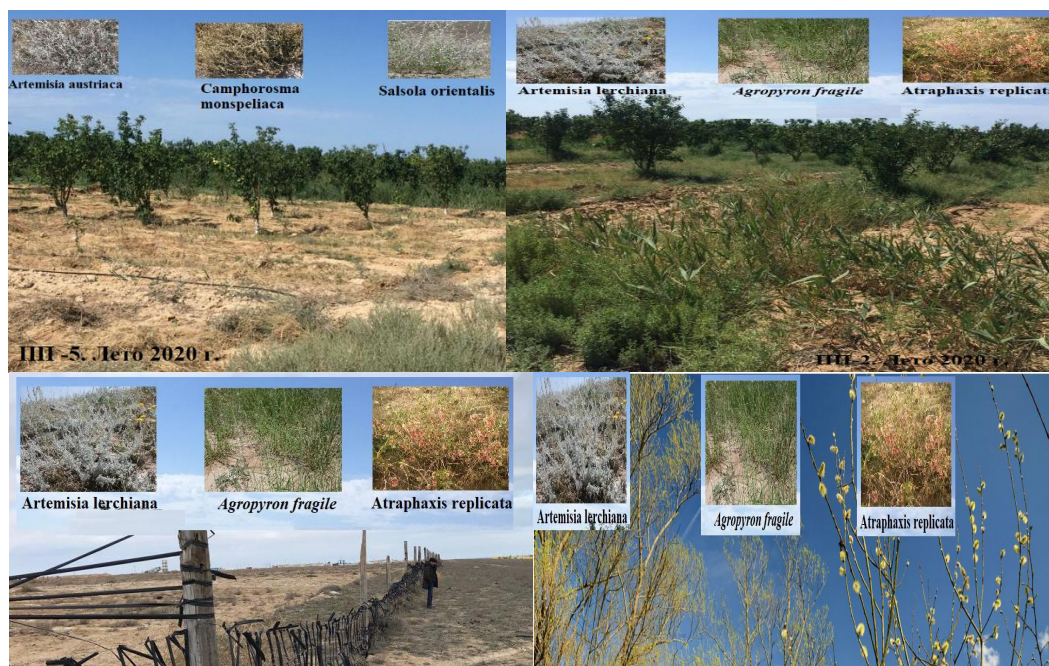


Рисунок 19. Состояние участков по линии ПП-5 и ПП-2

3.4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Сравнение данных 2019 и 2020 годов, не выявило значительных изменений в параметрах сообществ на большинстве обследованных площадок.

Только на ПП -1 в пределах территории порта Курык наблюдались значительные изменения, связанные с проведенными земляными работами, а также движением транспорта которое привело к сдуванию части твердых частиц и вызвало повышенное содержание пыли в воздухе. Пыление может вызвать закупорку устьичного аппарата у растений и нарушение их жизнедеятельности на физиологическом и биохимическом уровнях.

Территория ПП-6 Ащысор находится на сорowych солончаках, практически лишенных растительности по естественным причинам (почвы сильно засолены).

Как и осенью 2019 г., и летом 2020 г. изменения (по сравнению с данными летних исследований) параметров растительных сообществ имели, главным образом, сезонный характер – увеличилась высота растений, степень проективного покрытия, количество видов, изменилось жизненное состояние растений. Для выявления воздействия химического загрязнения необходимо провести отбор проб доминирующих видов растений.

При визуальном осмотре участков ПП-2,5 установлено, что в пределах обследованных участков растительность находится в удовлетворительном состоянии и представлена сообществами, в незначительной степени подвергшимся выпасу скота и вытаптыванию.

На участке ПП-3 отмечено влияние на растительный покров территории стихийных свалок твердо-бытовых отходов, которые возникают во время

неорганизованного отдыха населения близ лежащих населенных пунктов на побережье Каспийского моря.

Растительность территории ПП-4 за период исследования не претерпела особых изменений. В основном имела место сезонная и многолетняя флюктуационная изменчивость растительности под воздействием природных факторов. Слабое воздействие на растительность отмечалось от единичного проезда автотранспорта.

В исследуемой зоне доминирующими видами являются ксерофиты, относящиеся к жизненным формам полукустарничков, полукустарников, кустарничков, травянистых многолетников и однолетников с коротким (эфемеры и эфемероиды) и длительным периодом вегетации.

Для выявления анатомических особенностей растений из антропогенно загрязненной зоны был исследован самое распространенное растение *Anabasis* на флуоресцентном микроскопе.

Растение *Anabasis* было изъято из мест возможных загрязнений, а сравнительные анатомические исследования проводились в следующих точках:

ЗН 1 Прибрежная зона мыса Песчаный

ЗН 2 Район паромного комплекса Курык

ЗН 3 Район в 2 км от дорог.

Для исследования использовался бинокулярный и тринокулярный флуоресцентный микроскоп серии MT6000, который предлагает широкий набор возможностей и отличные оптические характеристики благодаря высококачественной оптической системе Meiji Techno ICOS (скорректированной «на бесконечность») (рисунок 20) .



Рисунок 20. Бинокулярный и тринокулярный флуоресцентный микроскоп серии MT6000

Растение фиксировали в 70% спирте, а собранный материал – по методу Страсбургера-Флемминга (спирт, глицерин, вода, 1х1х1) (рисунок 21).

Анатомические исследования проводились на побегах растения *Ceratocarpus arenarius*, заготовлены анатомические черенки из стебля, листа и корня, толщиной 10-15 мкм. При определении анатомических показателей использовался окулярный микрометр (окуляр х15, объектив х8) для линейного измерения.

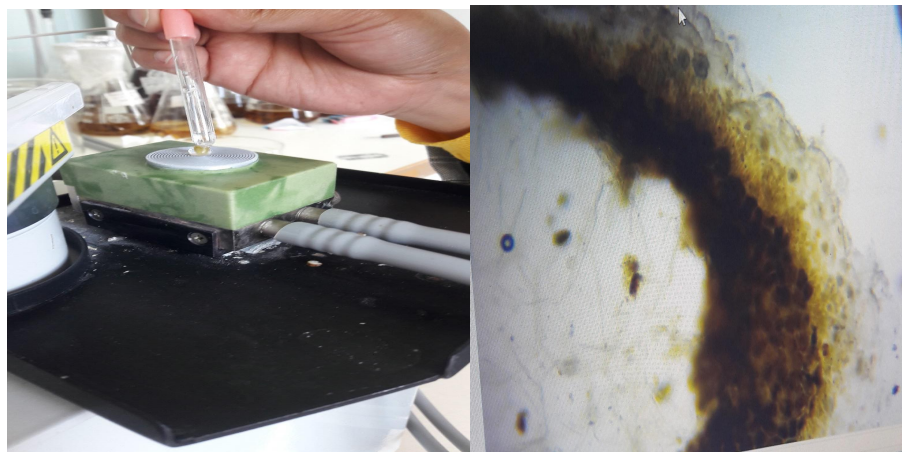


Рисунок 21. Исследование под микроскопом растения *Anabasis*

Имеет темно-бурую окраску стеблей, занимает схожие с полынью белоземельной местообитания, часто произрастает вместе с ней. Отличительной чертой является большая чувствительность к уменьшению влажности почвы, и, как результат – более раннее вступление в состояние летнего покоя. В начале июня у нее опадает 70-80 % листьев, в то время как у полыни белоземельной еще только начинается летний листопад.

Воздействие на растительность от нарушения земель можно оценить в пространственном масштабе как локальное, во временном масштабе - как многолетнее и по величине воздействия - как умеренное.

В целом, состояние растительности на обследованных площадках неоднородное. В ходе работ отмечались только механические нарушения растительного покрова. Видимых признаков химического воздействия выявлено не было.

3.5 ИССЛЕДОВАНИЕ ДОННЫХ МИКРОФИТНЫХ ЦЕНОЗОВ

Сообщества микроскопических организмов, формирующиеся в прибрежной зоне водоёмов, представляют собой сложно устроенные, многокомпонентные системы, чувствительные к различным видам антропогенного воздействия. Состав, структура, пространственная организация этих сообществ, а также морфотипические характеристики видов, их компаньющих, выглядят во многом различно - в зависимости от условий среды

обитания в текущий момент времени. Ввиду высокой скорости размножения микроорганизмов, эти ценозы реагируют на условия среды быстрее и нагляднее, чем сообщества организмов более крупных.

Так, например, микроэпифитон на макроводорослях или микроэпилитон на береговых скалах отображают изменения среды обитания уже в первые сутки-трое после начала событий. В то же время, макрозообентос, развивающийся в тех же местообитаниях, отображает какие-либо события, метаморфизирующие среду обитания, уже опосредованно и на более длительных временных промежутках.

Отметим, что микрофитные ценозы, развивающиеся на береговых скалах в области уреза воды, могут служить особенно яркими индикаторными биосистемами, наглядно отображающими какие-либо вредоносные воздействия на среду их обитания. Развиваясь, по сути, в граничных условиях вода-суша, в области прямого воздействия поверхностной плёнки непрерывно движущейся воды, они являются своего рода «губками», собирающими в себя самые разные агенты, разносимые морскими течениями от источников загрязнения. Накапливаясь в этих сообществах, такие агенты способны в короткие сроки изменять баланс видов, из которых они строятся, а также вызывать морфологические изменения самих видов. Эти модификации облика могут быть обусловлены как их фенотипической нормой реакции на присутствие и высокие концентрации загрязняющего агента, так и мутациями, провоцируемыми тем или иным агентом.

Для исследования возможности воздействия порта Курык в постстроительный период на окрестные прибрежные акватории, в период 26-28 июля 2019 года были отобраны образцы эпилитных донных сообществ. Материал был взят на поверхности береговых скал, в зоне уреза воды, на трёх точках.

Так, в точке Эп-1, расположенной на расстоянии 247 м к Северу от начала северной дамбы порта, были вырезаны два образца макрофитного оброста с поверхности плоских каменных глыб, сваленных под невысоким береговым чинком. Сообщества, из которых были взяты пробы в этой локации, были различны по балансу макрофитов. В обоих случаях оброст мощностью до трёх сантиметров был сформирован густой порослью нитчатых багрянок (*Rhodophyta*: *Ceramiales*). Однако, в одном случае этот живой красно-бурый ковёр, поглощающий пену накатной волны, формировали, в основном, талломы *Ceramium elegans*, при небольшой примеси *Polysiphonia caspica*. А в другом случае преобладала *P. caspica*, при незначительном присутствии *C. elegans*. В целом, такие модификации сообществ фитообрастания вполне характерны для местообитаний на урезе воды в восточной части Центрального Каспия: оба вида багрянок в этих биотопах встречаются, как правило, совместно (Петров, 2018), однако соотношение их обилий, согласно нашим наблюдениям, может быть различно.

Точка Эп-2 располагалась на небольшом скальном выходе, на расстоянии 71 м к Югу от начала южной дамбы порта. Образцы оброста были

взяты на поверхности уходящих в воду известковых глыб и с отшлифованной прибором известковой скальной стенки, в области уреза воды, по трём различным сообществам. В первом случае это были заросли *Cladophora sericea*, массово развивавшиеся слоем до 10 см на глыбах, в тени скального массива; во втором случае - серый волокнисто-творожистый оброст на сплошной скале, сформированный колониальными диатомеями; в третьем, также на скале - россыпь хрящевато-желеобразных «бляшек» цианобактерий, структурообразующей основой которых были макроколонии *Rivularia atra*.

Наконец, точка Эп-3 была локализована ещё дальше к Югу, на расстоянии 2866 м от начала южной дамбы порта, на мористой кромке скального мыса, выступающего в море почти на 280 м от основного контура береговой линии. Здесь, на плоских известковых скалах, гладко отшлифованных прибором, росли исключительно небольшие россыпи «бляшек» цианобактерий на основе колоний *R. atra*. При этом на скалах в большом количестве валялась серая масса гниющих нитчатых водорослей, источавших густой запах сероводорода.

Все пробы были зафиксированы 45%-ным раствором этанола сразу же после отбора и доставлены в Москву, в лабораторию ИО РАН, в тёмном ящике [18]. Таким образом, материал для микроскопирования микроэпифитона на макрофитах и микроэпифитона был получен в облике, максимально соответствующем прижизненному состоянию сообществ.

Общее расположение локаций отбора материала на акватории в окрестностях порта отображено на рисунке 22.

Микроскопирование образцов проводили на сыром материале, а также на постоянных препаратах, изготовленных на основе светопреломляющей среды «Канифоль». Наблюдение обрастаний в сыром виде позволило выявить ярусность в их структуре, а также иные черты пространственной организации, присущие изучаемым сообществам. Кроме того, идентификация цианопрокариот возможна только в сыром виде - при изготовлении постоянных препаратов, когда для очищения панцирей диатомей от органических компонентов клеток используется концентрированный окислитель, многие цианобактерии растворяются. При идентификации, учётах и фотодокументировании микрофитов использовали рабочие увеличения X400 и X1000 световых микроскопов Leica DMLS и Leica DM2500. Определение таксономической принадлежности организмов устанавливали с использованием современных атласов, определителей и таксономических сводок, в том числе интерактивных [19-21].

Общее таксономическое богатство микрофитной флоры 6-ти изученных микробиотопов, локализованных в пределах трёх локаций (точек) в окрестностях порта Курык, составило 88 видов и подвидов. Среди них ощутимо преобладали диатомеи (78 видов и подвидов, или 88,64% от всей флоры), за ними следовали цианобактерии (9 видов, или 10,23%). Один вид микроэпифитов - *Acrochaetium* sp. 1, обитавший в статусе редкого на

поверхности нитчатых багрянок *C. elegans* и *P. caspica*, также относился к багрянкам (Rhodophyta) [22-25].

В отдельных сообществах число видов и ввт микрофитов менялось от 6 до 73 (таблица 2, в среднем составляя 26,83).

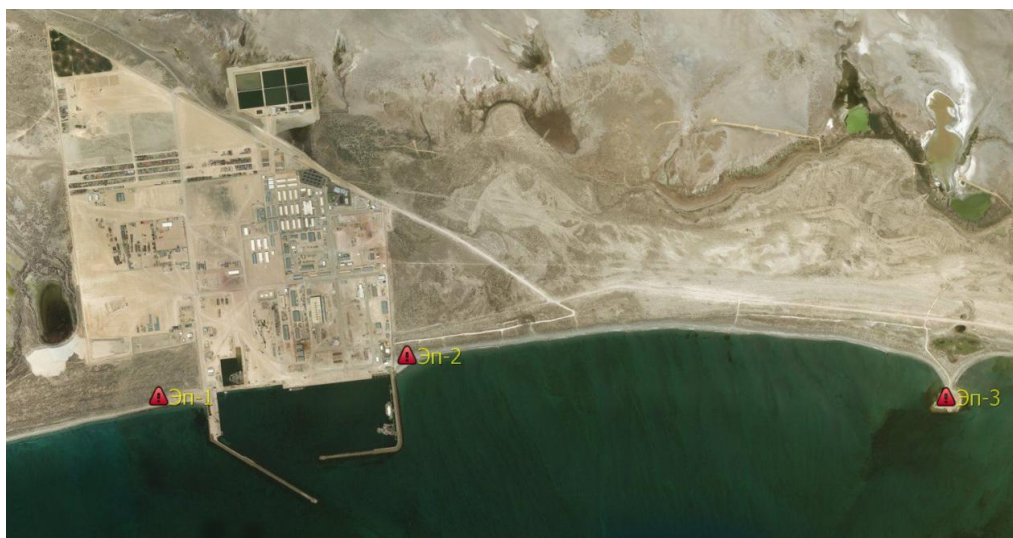


Рисунок 22. Расположение точек отбора проб микроэпилитона и микроэпифитона на акватории Каспия в окрестностях порта Курык.

Наиболее богатым (в плане α -разнообразия, по числу видов и ввт) оказалось сообщество волокнисто-творожистого оброста на скалах, в локации Эп-2, к Югу от порта (73 вида и ввт). Особенно бедными (с наиболее низким α -разнообразием) были эпифитное сообщество на *C. sericea*, обросшей глыбы известняка на локации Эп-2, и эпилитон плоских скал на локации Эп-3, представленный на мысу к Югу от порта небольшими россыпями «бляшек» *R. atra* и 6-ю сопутствовавшими ей видами. Для сравнения, «бляшки» *R. atra*, формировавшие густые россыпи на скалах на локации Эп-2, в тени южной дамбы порта, включали, кроме матриксообразующего вида-эдификатора, ещё 11 видов и ввт. Отметим, что микроэпифитон на *Ceramium* (33 вида и ввт) и *Polysiphonia* (30 видов и ввт) отличался существенным разнообразием [26-30]. Среднее сходство ценозов по выборке составило 29,092% - сообщества существенно отличались по составу.

Таблица 2. Общее число видов микрофитов в сообществах микроэпифитона и эпилитона в окрестностях порта Курык.

| Локация | Эп-1 | Эп-1 | Эп-2 | Эп-2 | Эп-2 | Эп-3 |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Сообщество | Эп-1 <i>Ceramium elegans</i> | Эп-1 <i>Polysiphonia caspica</i> | Эп-2 Волокнисто-твор. оброст | Эп-2 <i>Cladophora sericea</i> | Эп-2 <i>Rivularia atra</i> | Эп-3 <i>Rivularia atra</i> |
| α -разнообразие | 33 | 30 | 73 | 6 | 12 | 7 |

Только 3 вида были отмечены в 5 из 6 изученных ценозов - в разных сочетаниях - и, соответственно, могут быть рассмотрены как широко распространённые в окрестностях порта: это были диатомеи *Diatoma moniliformis*, *Licmophora debilis* и *Tabularia affinis* - прикреплённые, колониобразующие формы. При этом 42 вида и ввт (47,73% от всей найденной флоры) были отмечены только на какой-нибудь одной из станций, т.е. отличались существенной биотопо-/ценозо-специфичностью.

Рассматривая иерархические роли видов в сообществах, обусловленные долей каждого из них в общем обилии ценоза, а также распространение видов по выборке ценозов, мы можем выделить группы сообществ: флористические (по составу) и ценотические (по структуре).

Используя выборку из 46 видов и ввт, отмеченных более, чем в одном ценозе, мы оценили сходство сообществ по качественным признакам, используя индекс Сьеренсена, и по количественным, применяя индекс Брея-Кёртиса.

Среднее качественное сходство ценозов по усечённой выборке видов составило 35,36% - сообщества по-прежнему существенно различались между собой по составу, что вполне логично с учётом уже только усечённого α -разнообразия в каждом из них (6-35 видов и ввт, в среднем - 18,83).

Мы смогли выделить 3 флористические группировки рисунок 23., различающиеся между собой на достоверном уровне (Global R = 1, p=1,7%).

При этом флористическую группу, включавшую волокнисто-творожистый эпилитон локации Эп-2 и микроэпифитон багрянок локации Эп-1 (группа «диатомеи+багрянки»), характеризовали 33 вида и ввт, представленные в таблице 3. В данном случае флористическое сходство сообществ, объединяемых при внутригрупповом сходстве на уровне 66,93%, обусловило множество общих видов диатомей. На первых позициях в этом списке были *Licmophora debilis*, *Berkeleya* cf. *rutilans*, *Epithemia sorex*, *Navicula* sp. 1, *Amphora hyalina*, *Cocconeis scutellum* var. *Parva*, *Entomoneis gigantea*, *Grammatophora marina*, *Grammatophora oceanica*, *Mastogloia smithii*, *Pleurosigma strigosum* и *Rhopalodia gibberula*.

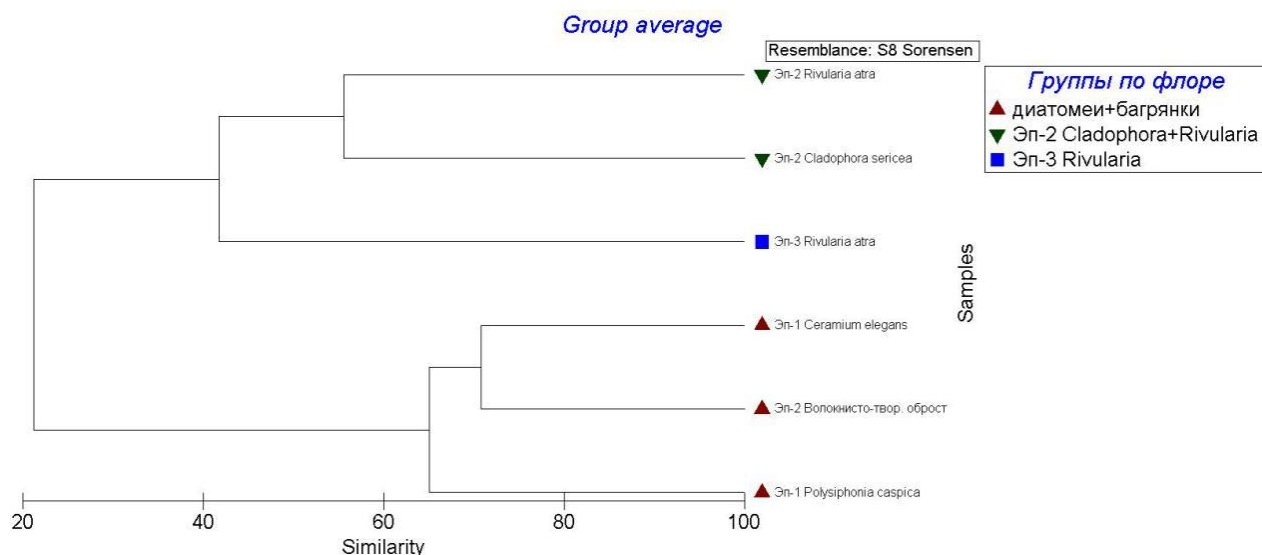


Рисунок 23. Флористические группировки, выделенные на основе совокупности сообществ микроэпифитона и микроэпилитона, описанных в окрестностях порта Курык. Использована выборка из 46 видов.

Таблица 3. Виды, характеризующие флористическую группу сообществ «диатомеи+багрянки».

| Species | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib % | Cum.% |
|---------------------------------------|----------|--------|--------|--------------|-------|
| Licmophora debilis | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 4,78 |
| Berkeleya cf. rutilans | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 9,55 |
| Epithemia sorex | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 14,33 |
| Navicula sp. 1 | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 19,11 |
| Amphora hyalina | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 23,88 |
| Cocconeis scutellum var. parva | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 28,66 |
| Entomoneis gigantea | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 33,44 |
| Grammatophora marina | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 38,21 |
| Grammatophora oceanica | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 42,99 |
| Mastogloia smithii | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 47,77 |
| Pleurosigma strigosum | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 52,54 |
| Rhopalodia gibberula | 1 | 3,2 | 18,97 | 4,78 | 57,32 |
| Heteroleibleinia epiphytica | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 59,01 |
| Cocconeis scutellum var. scutellum | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 60,7 |
| Navicula mollis | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 62,39 |
| Pteroncola inane | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 64,07 |
| Rhoicosphenia abbreviata | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 65,76 |
| Heteroleibleinia kossinskajae | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 67,45 |
| Acrochaetium sp. 1 | 0,67 | 1,13 | 0,58 | 1,69 | 69,14 |

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|-------|
| <i>Tabularia affinis</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 70,69 |
| <i>Achnanthes longipes</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 72,25 |
| <i>Mastogloia pumila</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 73,81 |
| <i>Mastogloia pumila</i> var. <i>papuarum</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 75,36 |
| <i>Mastogloia vasta</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 76,92 |
| <i>Rhoicosphenia linearis</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 78,48 |
| <i>Rhopadodia gibba</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 80,03 |
| <i>Saminavis macilenta</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 81,59 |
| <i>Tabularia</i> cf. <i>tabulata</i> | 0,67 | 1,04 | 0,58 | 1,56 | 83,14 |
| <i>Diatoma moniliformis</i> | 0,67 | 1,03 | 0,58 | 1,53 | 84,68 |
| <i>Craticula subhalophila</i> | 0,67 | 1,03 | 0,58 | 1,53 | 86,21 |
| <i>Amphora lineolata</i> | 0,67 | 1,03 | 0,58 | 1,53 | 87,74 |
| <i>Craticula buderi</i> | 0,67 | 1,03 | 0,58 | 1,53 | 89,27 |
| <i>Haslea spicula</i> | 0,67 | 1,03 | 0,58 | 1,53 | 90,81 |

Вторую флористическую группировку («Эп-2 *Cladophora*+*Rivularia*»), при внутригрупповом сходстве 55,56%, образовали ценозы микроэпифитов на *C. sericea* и «бляшек» *R. atra* на скалах локации Эп-2. Здесь, при внутригрупповом сходстве 55,56%, группировку характеризовали уже только 5 видов и ввт: *Diatoma moniliformis*, *Licmophora debilis*, *Tabularia affinis*, *Heteroleibleinia epiphytica* и *Tabularia fasciculata*.

Наконец, третья группировка («Эп-3 *Rivularia*») была представлена сообществом «бляшек» *Rivularia* на плоских скалах локации Эп-3, росших небольшими группами среди лохмотьев разлагавшихся нитчатых водорослей. Здесь, в составе матрикса колоний *Rivularia* и в складках его поверхности, обитали всего 7 видов микрофитов: *Rivularia atra*, *Diatoma moniliformis*, *Tabularia affinis*, *Berkeleya* cf. *Rutilans*, *Navicula* sp. 1, *Calothrix scopulorum* и *Lyngbya aestuarii*.

Безусловно, качественный состав сообществ и их количественная структура, определяемая иерархией вкладов отдельных видов в общее обилие, зачастую по-разному определяют сходства и различия сообществ.

Среднее сходство ценозов (в усечённом составе) по количественной структуре составило 24,03% - сообщества, в целом, сильно различались между собой по иерархии видов, их образующих. Первую группировку («диатомеи») образовали сообщества волокнисто-творожистого оброста на скалах локации Эп-2, сформированные на основе макроколоний диатомей. Эти ценозы характеризовал набор из 23-х видов и ввт (таблица 4).

Таблица 4. Набор видов, характеризовавших ценотическую группировку «диатомеи» на локации Эп-2, к Югу от порта Курык.

| Виды и подвиды | Вклад в общее обилие ценоза |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <i>Diatoma moniliformis</i> | 0,270 |
| <i>Epithemia sorex</i> | 0,051 |
| <i>Amphora hyalina</i> | 0,051 |

| | |
|--|-------|
| <i>Craticula subhalophila</i> | 0,051 |
| <i>Mastogloia smithii</i> | 0,051 |
| <i>Rhopalodia gibberula</i> | 0,051 |
| <i>Amphora lineolata</i> | 0,051 |
| <i>Berkeleya scopulorum</i> | 0,051 |
| <i>Cylindrotheca closterium</i> | 0,051 |
| <i>Licmophora debilis</i> | 0,017 |
| <i>Tabularia affinis</i> | 0,017 |
| <i>Navicula</i> sp. 1 | 0,017 |
| <i>Haslea spicula</i> | 0,017 |
| <i>Licmophora grandis</i> var. <i>somnathii</i> | 0,017 |
| <i>Mastogloia pumila</i> | 0,017 |
| <i>Navicula</i> sp. 2 | 0,017 |
| <i>Rhoicosphenia linearis</i> | 0,017 |
| <i>Tabularia</i> cf. <i>tabulata</i> | 0,017 |
| <i>Craticula riparia</i> | 0,017 |
| <i>Epithemia sorex</i> f. <i>globosa</i> | 0,017 |
| <i>Navicula phylleptosoma</i> | 0,017 |
| <i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>frustulum</i> | 0,017 |
| <i>Rhopalodia irimotensis</i> | 0,017 |

Здесь главную структурообразующую роль играли ветвистые колонии диатомей *Diatoma moniliformis*. Оуи служили своего рода губчатой субстанцией, внутри которой ветвились трубчатые колонии *Berkeleya* cf. *Rutilans* и *Berkeleya scopulorum*, длинные ветвящиеся трихомы цианобактерии *Dichothrix* sp. 1, небольшие полимерные мешочки колоний *Gloeocapsa alpina*, а также обитали ещё 68 видов диатомей, ведущих подвижный и прикреплённый образ жизни. Отметим особо, что виды *Mastogloia* в сообществах этого типа жили без капсул, которые они обычно образуют при расселении на твёрдых субстратах - здесь, среди густых колоний *D. moniliformis*, они сохраняли подвижность.

Нам удалось выделить три ценотические группировки при общем достоверном уровне различий ($\text{Global R} = 1, \text{p} = 1,7\%$)(рисунок 24).

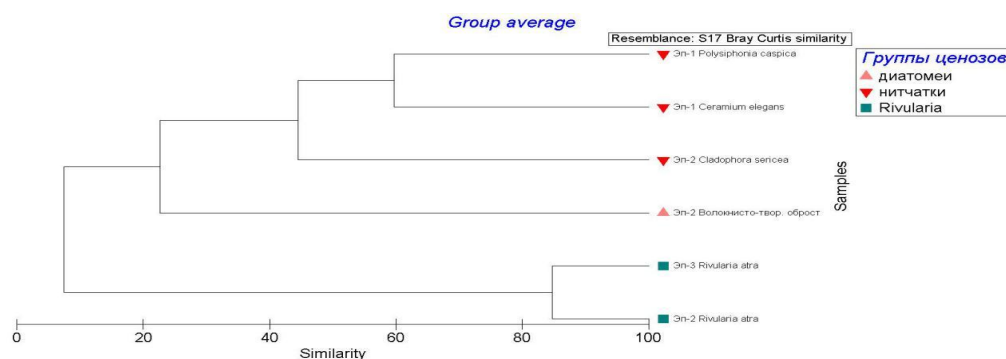


Рисунок 24. Ценотические группировки, выделенные на основе совокупности сообществ микроэпифитона и микроэпилитона, описанных в окрестностях порта Курык. Использована выборка из 46 видов.

Вторую ценотическую группировку («нитчатки»), при внутригрупповом сходстве 49,54%, образовали сообщества микроэпифитона нитчаток: как на поверхности багрянок в локации Эп-1, так и на *C. sericea* в локации Эп-2. Эти ценозы характеризовал набор из 5-ти видов (таблица 5), и главную структурообразующую роль среди них играла эпифитная тонкотрихомная цианобактерия *Heteroleibleinia epiphytica*. Виды *Mastogloia*, входившие в структуру микроэпифитона багрянок в локации Эп-1, жили на их поверхности в капсулированном состоянии. Отметим также, что в ценозе на *C. sericea* роль второго доминанта играли ветвистые колонии *D. moniliformis*, и уже за ними - в статусе массовых - следовали *Tabularia affinis* и *T. fasciculata*.

Таблица 5. Набор видов, характеризующих ценотическую группировку «нитчатки», образованную микроэпифитными сообществами на поверхности нитчатых макроводорослей в окрестностях порта Курык.

| Species | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--|----------|--------|--------|----------|-------|
| <i>Heteroleibleinia epiphytica</i> | 0,42 | 38,82 | 51,45 | 78,35 | 78,35 |
| <i>Licmophora debilis</i> | 0,03 | 1,8 | 6,32 | 3,63 | 81,99 |
| <i>Pteroncola inane</i> | 0,1 | 1,66 | 0,58 | 3,35 | 85,34 |
| <i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>scutellum</i> | 0,03 | 1,64 | 0,58 | 3,3 | 88,64 |
| <i>Tabularia affinis</i> | 0,04 | 1,58 | 0,58 | 3,19 | 91,83 |

Третью группировку, при внутригрупповом сходстве 84,67%, формировали ценозы на основе матрикса макроколоний *Rivularia*, обитавшие на скалах в локациях Эп-2 и Эп-3. В их структуре основную роль играли трихомы *R. atra* (таблица 6).

Таблица 6. Набор видов, характеризующих ценотическую группировку «*Rivularia*», образованную микроэпифитными сообществами на поверхности нитчатых макроводорослей в окрестностях порта Курык.

| Species | Av.Abund | Av.Sim | Contrib% | Cum.% |
|-----------------------|----------|--------|----------|-------|
| <i>Rivularia atra</i> | 0,87 | 80,21 | 94,74 | 94,74 |

Обращаясь к теме разнообразия и выравненности (эквиполиция) видовой структуры ценозов, мы оценили эти параметры с помощью индексов Шеннона-Уивера (разнообразие, H'), Пieloу (J') и индекса вероятности межвидовых встреч (PIE). Наиболее высоким разнообразием по H' отличался ценоз волокнисто-творожистого обрастания на скалах (локация Эп-2) (таблица 7). Здесь же было отмечено самое высокое значение PIE и одно из наиболее высоких значений J' - ценоз был в наиболее высокой степени разнообразен, богат видами и сбалансирован. Тем не менее, значение J' на уровне ниже 0,8 всё же свидетельствуют о сильном влиянии первого доминанта на структуру

ценоза, что фактически и было выражено в структурообразующей роли *Diatoma moniliformis*.

Микроэпифитон на поверхности нитчатых багрянок характеризовали средне-низкие (для *Polysiphonia*) и низкие (для *Ceramium*) показатели разнообразия и выравненности. Однако, в условиях Каспия трудно рассчитывать на особенно высокие показатели этих индексов для микроэпифитона. Например, в северной части моря-озера на видах *Polysiphonia* можно встретить всего 2-3 вида микроэпифитов, при существенном доминировании одного из них. Учитывая высокое число видов микроэпифитона в изученных нами ценозах на багрянках в районе порта, можно сказать, что причиной относительно низких показателей H' , J' и PIE служат существенные роли доминантов (*Heteroleibleinia epiphytica* и, на *Ceramium*, также *Pteroncola inane*) в их структуре.

Микроэпифитон *C. sericea*, представленный малым числом видов, отличался наиболее низкими показателями всех индексов среди ценотической группировки «нитчаток». Однако, это, в целом, характерно для эпифитных сообществ на *Cladophora*, вынужденных обитать на хорошо промываемом, редко ветвящемся цилиндрическом субстрате с волокнисто-целлюлозной поверхностью клеток. Тем не менее, надо отметить, что определённый стресс проявлялся для этого ценоза через низкие показатели разнообразия и существенные роли доминантов.

В свою очередь, самые низкие показатели разнообразия и выравненности на фоне небольшого числа видов характеризовали ценозы на основе «бляшек» *Rivularia*. Тем не менее, между ценозами этого типа, обитавшими в пределах локаций Эп-2 и Эп-3, чётко отмечалась существенная разница по всем 4-м показателям – в пользу ценоза на локации Эп-2. Сообщества на основе *Rivularia* на локации Эп-3 произрастали в условиях наиболее жёсткого стресса.

Таблица 7. Значения индексов разнообразия (H') и выравненности видовой структуры (J' , PIE) для сообществ разных локаций в окрестностях порта Курык. В соответствие подборке индексов для каждого ценоза приведено его α -разнообразие (видовое богатство).

| Локации и сообщества | α -разнообразие | J' | H' | PIE |
|----------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|
| Эп-1 <i>Ceramium elegans</i> | 33 | 0.597 | 2.088 | 0.785 |
| Эп-1 <i>Polysiphonia caspica</i> | 30 | 0.722 | 2.455 | 0.832 |
| Эп-2 Волокнисто-твор. оброст | 70 | 0.708 | 3.008 | 0.899 |
| Эп-2 <i>Cladophora sericea</i> | 6 | 0.640 | 1.146 | 0.615 |
| Эп-2 <i>Rivularia atra</i> | 12 | 0.351 | 0.872 | 0.350 |
| Эп-3 <i>Rivularia atra</i> | 7 | 0.141 | 0.274 | 0.113 |

На основании полученных результатов, описывающих состояние микроэпифитных и микроэпилитных ценозов в различных локациях, располагавшихся в конце июля 2019 года в окрестностях порта Курык, можно сделать заключение, что сообщества всех трёх локаций находились в состоянии стресса – однако, в существенно разной степени.

Так, наименьший стрессирующий эффект был отмечен в локации Эп-1, на дистанции почти в 250 м к Северу от порта. Здесь сказывалось только обильное органическое загрязнение прибрежной акватории. В свою очередь, ценозы локации Эп-2 несли на себе, во-первых, отпечатки органического загрязнения, стимулирующего буйное развитие «мусорных» видов, таких как *Diatoma moniliformis*, *Tabularia affinis*, *T. fasciculata* и – на *Cladophora* – *Heteroleibleinia epiphytica*. Во-вторых, на ценозе волокнисто-творожистого оброста скал, принимающего на себя, словно губка, воздействие всех агентов, растворённых в поверхностной плёнке воды, явным образом сказывалось и определённое токсическое загрязнение, чётко проявляющееся в пусть и незначительном, но присутствии aberrantных форм диатомей из родов *Epithemia*, *Mastogloia* и *Rhopalodia* (рисунок 25).

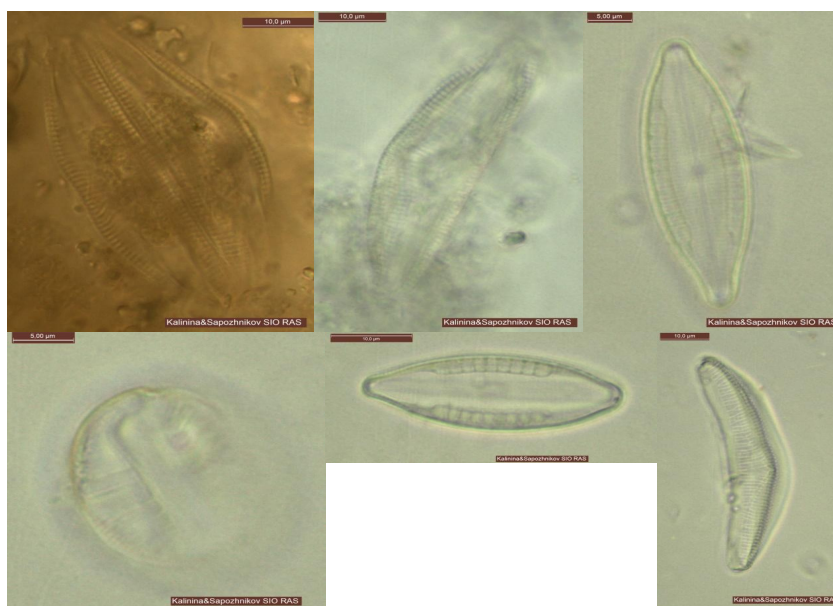


Рисунок 25. Аберрантные формы панцирей диатомей, отмеченные в сообществе волокнисто-творожистого оброста на скалах локации Эп-2.

Наконец, плоские скалы локации Эп-3 располагались уже, по сути, на линии распространения вдоль берега тех агентов, что могут выходить из акватории порта через ворота между дамбами. Сообщества здесь были фактически выбиты и медленно перегнивали. Те же микроэпилитные ценозы на основе плотного полисахаридного матрикса макроколоний *Rivularia*, что здесь выжили, находились в крайне угнетённом состоянии.

Вывод по главе

В результате выполненных работ были получены новые сведения о пространственных распределениях гидрофизических и биогеохимических параметров морских вод на шельфе. Первичная обработка полученных данных дает возможность оценить влияние ветрового апвеллинга на структуру вод на шельфе и изменчивость морских течений в синоптических временных масштабах.

В исследуемой зоне доминирующими видами являются ксерогалофиты, которые относятся к жизненным формам полукустарничков, полукустарников, кустарничков, травянистых многолетников, а также и однолетников с коротким (эфемеры и эфемероиды) и длительным периодом вегетации.

4. Почвы

4.1 Основные закономерности формирования почв береговой полосы северо-восточного Каспия характеристика почв прибрежной территорий

Один из самых ярких феноменов Каспия влияющая на формирование почв береговой полосы является периодическая изменчивость его уровня. В историческое время Каспийское море имело уровень более низкий, чем мировой океан. Колебания уровня каспийского моря настолько велики, что уже в течение более чем столетия привлекают внимание не только ученых. По результатам выполненных работ проведен анализ динамики уровня северо-восточного Каспия, в периоды снижения и повышения за 1960-2013 годы. На основании исследований 3-х 17-ти летних периодов колебания уровня Каспийского моря (спад 1960-1977 гг), (подъем 1978-1995 гг) и (спад 1996-2013 гг). Дается прогноз 4-го, 17-ти летнего периода подъема моря, которые представлены на рисунках 4.1.1 и 4.1.2.

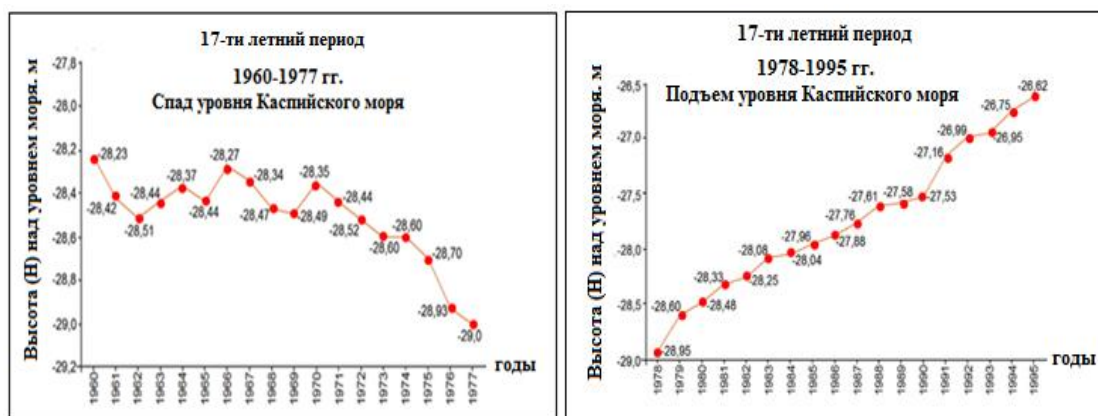


Рисунок 4.1.1- Спад уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1960-1977 гг. и в 1978-1995 гг.(Казгидромет)

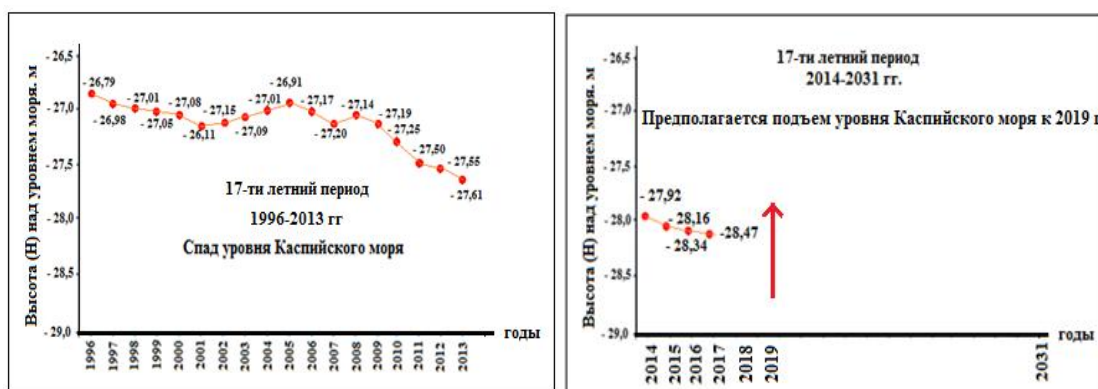


Рисунок 4.1.2 - Спад уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1996-2013 гг. и новый период предполагаемого подъема уровня Каспия (Казгидромет)

В наших исследованиях, 2014 год, мы считаем следующим опять же 17-ти летним периодом, но уже повышения уровня Каспия. При этом циклы понижения Каспия, будут не более 5 лет. На общие колебания уровня Каспийского моря накладываются его сезонные изменения, среднемноголетняя которых достигает 40 см, а также нагонные явления последние особенно ярко проявляются в северном Каспии. Колебания уровня каспийского моря приносят большой ущерб государствам, окружающим его акваторию. Динамика образования береговой линии Каспийского моря представлены на рисунке 4.1.3.

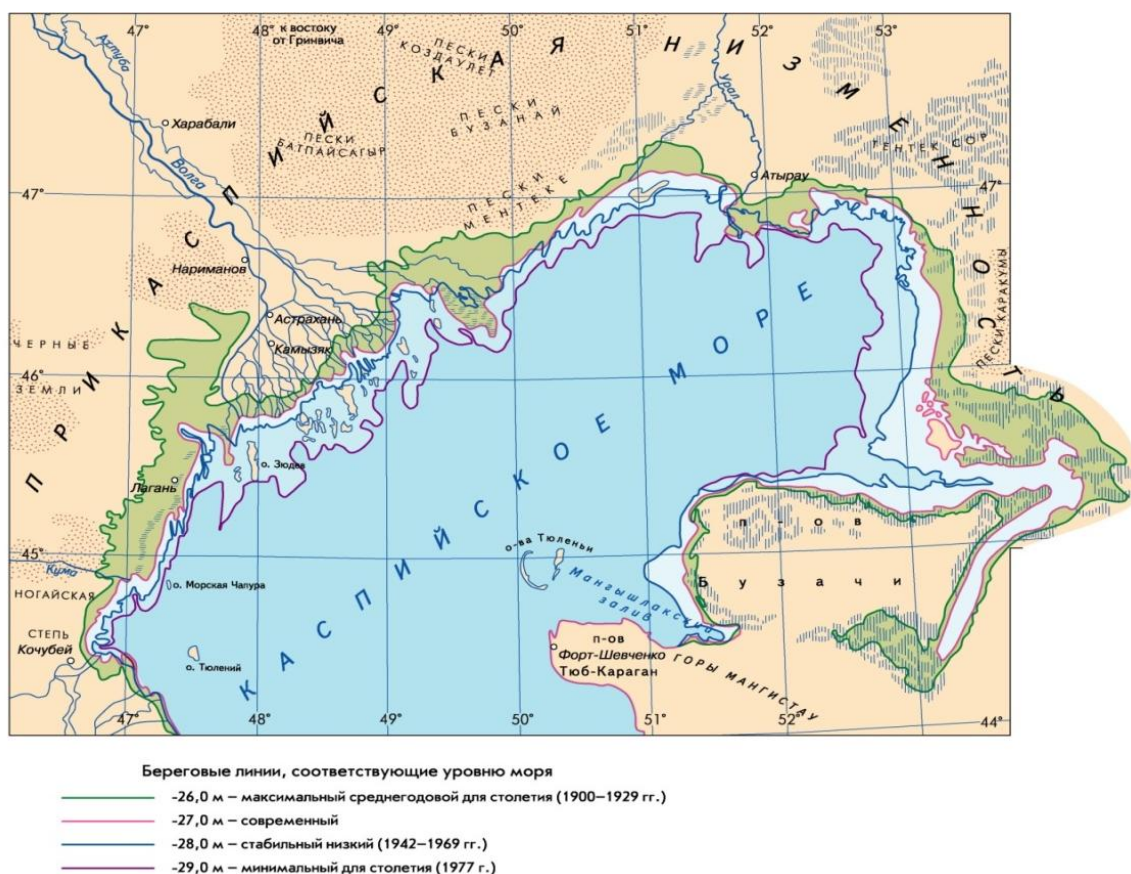


Рисунок 4.1.3 - Динамика береговой линии Каспийского моря

Установлено, плоский рельеф волна нагона проходит беспрепятственно, движение вверх по небольшим поднятиям при этом замедляется. Вероятность попадания фрагмента береговой линии на некотором участке будет зависеть от частоты нагона и состояния рельефа поверхности суши. В этой связи, вероятность фиксации береговой линии на более высоких отметках будет выше, чем на плоской поверхности. Наиболее часто нагоны наблюдаются в интервале 30–39 см. Типы берегов созданные приливными и сгонно-нагонными процессами (осушенные) представлены на рисунке 4.1.4

На основании данных об отметках высот местности и топографической карты области, выполнен фрагмент конфигурации береговой линии в районе нефтяных промыслов, после прохождения нагонно-сгонных явлений. Распределение площадей прибрежной зоны подверженных нагонным (рис. 4.1.5)

и сгонным явлениям (рис. 4.1.6), выполнены в пределах координат $50^{\circ}8'27''$ и $53^{\circ}8'53''$ в.д, $45^{\circ}9'15''$ и $44^{\circ}3'26''$ с.ш.



Рисунок 4.1.4 - Типы берегов прибрежной зоны



Рисунок 4.1.5 - Распределение площадей прибрежной зоны подверженных нагону вод

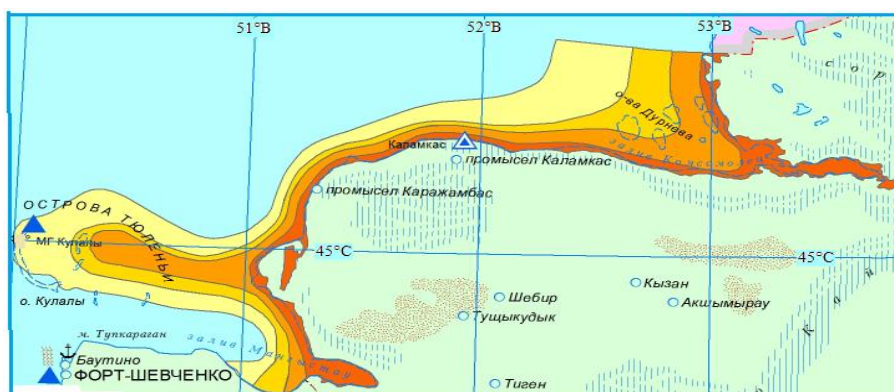


Рисунок 4.1.6 - Распределение площадей побережья в результате сгонных явлений

Территория, на которой проводились мониторинговые исследования, располагается в пределах морской новокаспийской аккумулятивной равнины. В прибрежной части преобладают равнинные формы рельефа, по мере удаления от моря они сменяются грядово-бугристо-увалистым рельефом. В пределах месторождений естественные формы рельефа нарушаются различными техногенными образованиями. Формирование почв происходит на морских отложениях, представленных породами различного механического состава (илистые пески, суглинки, супеси) с большим количеством обломков ракушек. Отличительной особенностью почвообразующих пород является их высокое засоление. Из отложений соли в результате геохимических миграций постоянно поступают в почвенный профиль.

Процессы почвообразования в прибрежной зоне находятся в тесной связи с колебаниями современного уровня моря. Колебания уровня вызывают затопление и подтопление или обсыхание уже сформированных почв и ландшафтов. При снижении уровня воды на освободившемся дне моря начинают формироваться молодые примитивные почвы и наблюдаются процессы опустынивания существующих ландшафтов морской равнины. Подъем уровня моря привел к формированию гидроморфных условий почвообразования. Изменения гидрологических условий, связанных с колебаниями уровня Каспия, приобрели настолько динамичный характер, что признаки почвообразовательного процесса не успевают накопиться и закрепиться в конечных продуктах почвообразования.

Для устойчивого закрепления в профиле почв признаков протекающего почвообразовательного процесса и формирования почв требуется значительно более длительный период времени, т.е. почвы не успевают пройти полный цикл почвообразования и несут в своем профиле признаки, как прошлых стадий своего развития, так и свойства, определяемые современными условиями формирования. В соответствии с «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Республики Казахстан» характеризуемая территория относится к Арало-Каспийской провинции пустынной зоны, где зональным типом почв являются бурые пустынные почвы.

С точки зрения сельскохозяйственного использования почвы имеют низкую ценность и могут служить только в качестве сезонных пастбищ. Зональным почвенным типом на описываемой территории являются бурые пустынные почвы. Однако ввиду значительного влияния моря на почвообразовательный процесс, молодости территории, близкого залегания к поверхности минерализованных грунтовых вод наибольшее распространение здесь получили интразональные почвы, луговые приморские и солончаки, а на территории месторождений пески и техногенно-нарушенные земли.

4.2 Краткая характеристика почв прибрежных территорий

Региональными особенностями почвенного покрова в районе исследований являются молодость почв, высокая комплексность, широкое

развитие интразональных почв, почти повсеместное высокое засоление и карбонатность почв. В рамках проекта МОН РК 1881/ГФ-2. «Научное обоснование комплексного исследования компонентов окружающей природной среды прибрежной зоны Каспия и техногенных объектов» районах (СЭП) нефтепромыслов Каламкас, Арман, Каражанбас был выполнен комплекс работ, включающий полевое описание почв и отбор проб для последующего лабораторного определения основных физико-химических свойств, содержания общих углеводов, тяжелых металлов. В составе почвенного покрова на исследованной территории наибольшее распространение получили следующие почвы:

- Луговые приморские;
- Солончаки приморские;
- Солончаки соровые;
- Солончаки маршевые;
- Техногенно-нарушенные земли.

Луговые приморские почвы формируются в полосе современной морской равнины, вышедшей из-под периодического затопления морскими водами при нагонах. Гидроморфные условия формирования почв обеспечиваются грунтовыми водами, находящимися на таком уровне (2,0-3,0 м), при котором происходит осушение и рассоление почв и развитие лугового дернового процесса. Нестабильный режим Каспия в последние десятилетия определяет нестабильность такой зоны и динамичность процесса почвообразования в ней. Поэтому морфогенетические признаки и физико-химические показатели луговых приморских почв подвержены значительному варьированию.

Их профиль обычно слабо сформирован, но в нем четко обособляется оструктуренный гумусовый горизонт серого цвета мощностью 11-18 см с большим количеством корней и полуразложившихся остатков луговой растительности. Глубже местами встречаются карбонатные новообразования, сизые и ржавые пятна окислов железа, а также видимые формы водорастворимых солей. Луговые приморские почвы характеризуются высокой карбонатностью и повышенным содержанием водорастворимых солей. Луговые приморские почвы доминировали в составе почвенного покрова на СЭП-1 и 3. месторождения Каражанбас, а также на фоновых станциях СЭП-11 и 12.

Солончаки приморские являются доминирующим компонентом почвенного покрова плоских приморских равнин. Образование их связано с недавним отступлением моря и началом развития биологических процессов. Они формируются под непосредственным влиянием сильноминерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине 2,0-3,0 м. Приморские солончаки - молодые почвенные образования. Профиль их слабо сформирован, слоистый, оглеенный и засоленный, с большим количеством включений ракушечника. Солевой режим этих почв неустойчивый и тесно связан с колебаниями уровня грунтовых вод и водной поверхности в море. В целом, в приморских солончаках процессы рассоления преобладают над засолением. Почвы

содержат ничтожно малое количество гумуса карбонатны и засолены уже в поверхностном горизонте. Солончаки приморские являлись ведущим компонентом почвенного покрова на СЭП-3 месторождения Каражанбас, СЭП-9 месторождения Арман и на фоновых участках СЭП-5, СЭП-12.

Солончаки соровые приурочены к относительно пониженным участкам рельефа - замкнутым западинам и депрессиям различных размеров и конфигурации. Высокое засоление в них обеспечивается за счет сноса солей вместе с талыми водами с вышележащей территорий, за счет выпаривания вод, оставшихся после отступления моря и, главным образом, за счет близкого залегания сильно минерализованных грунтовых вод. Солончаки соровые слабо затронуты процессом почвообразования. Близкое залегание грунтовых вод и их высокая минерализация обеспечивают постоянное поступление солей в профиль описываемых почв. Высокая величина испарения в летний период при малом количестве атмосферных осадков обуславливает процесс кристаллизации солей в верхних горизонтах. На поверхности почв образуется сплошная солевая корка толщиной до нескольких сантиметров. Ниже залегают мокрые, очень сильно засоленные грунты суглинистого и глинистого гранулометрического состава. По профилю солончаков соровых часто выделяются прослои водорастворимых солей и гипса. Нижние горизонты имеют следы оглеения в виде охристых, сизых, зеленоватых, ржавых пятен и прослоев. Грунтовые воды залегают на глубине около одного метра. Солончаки соровые доминируют в составе почвенного покрова на СЭП-5 и 6 месторождения Каламкас.

Солончаки маршевые – самые молодые почвы обследованного региона. Они занимают самый низкий уровень современной приморской равнины, подвергающийся периодическому затоплению при нагонах морской воды. Профиль маршевых солончаков еще не сформировался и практически состоит из слоёв морских отложений, содержащих большое количество ракушек. Для всего профиля характерно очень высокое увлажнение, засоление, карбонатность и оглеение. Состав морских отложений и грунтовых вод определяют их основные физико-химические свойства. На солончаках маршевых расположена СЭП-8 месторождения Арман.

4.3 Оценка устойчивости почв к природным и антропогенным воздействиям

Оценка устойчивости почв к антропогенному загрязнению является относительной характеристикой которая позволяет сравнивать почвы в пределах отдельных частей рассматриваемой территории. Поэтому используемые понятия «высокая», «средняя» и «низкая» устойчивость почв могут относиться только к территориям, выделяемым на представленной карте в соответствии с выбранным масштабом.

Характер сортировки и удержания в почве компонентов нефти зависит от ряда факторов: физических и физико-химических свойств почв, рельефа,

крутизны и экспозиции склона, положение в ландшафте, количества и состава попадающей нефти, времени воздействия на почвы, климатических условий. Все это определяет характер загрязнения почв в определенной зоне. Вследствие того, что ландшафты северо-восточного Каспия расположены в условиях аридного климата при малой мощности и плотности растительного покрова процессы трансформации и деструкции токсичных органических поллютантов усиливаются, так как здесь происходит интенсивное солнечное облучение поверхности почв и высокий окислительно-восстановительный потенциал, что говорит о хорошей аэрации почв. Но при постоянном увлажнении почв, при сгонно-нагонных процессах, колебании уровня Каспийского моря, подтягивании высокоминерализованных грунтовых вод происходит затруднение миграции загрязняющего вещества и задерживание поллютанта в верхнем горизонте почвы, в результате ухудшается способность почв к самоочищению и понижается устойчивость почв к нефтяному загрязнению.

Для территориального разделения почвенного покрова по относительной скорости физико-химического окисления углеводородов и испарения легких фракций использовались следующие параметры: окислительно-восстановительный режим почв, емкость катионного обмена (табл.4.3.1).

Таблица 4.3.1. Критерии оценки устойчивости почв к природным и антропогенным воздействиям

| № | Факторы | Степень устойчивости почв | | |
|---|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|
| | | Низкая | Средняя | Высокая |
| 1 | Режим почвы | Восстановительный | Окислительно-восстановительный | окислительный |
| 2 | Водный режим | непромывной | пульсационный | промывной |
| 3 | Содержание гумуса | Более 1,5 | 1-1,5 | Менее 1 |
| 4 | Гранулометрический состав | глинистый | суглинистый | песчаный |
| 5 | Показатель увлажнения почв | Более 2 | 1-2 | Менее 1 |

К факторам, способствующим биodeградации углеводородов в почвах был отнесен показатель увлажнения почв, так как за счет деятельности аборигенных углеводородокисляющих микроорганизмов происходит микробиологическое разложение углеводородов в почве (биodeградация) и на интенсивность этого процесса влияет оптимальная для микробиологической деятельности влажность почв [28].

Закреплению углеводородов в почвенном профиле способствуют в основном сорбционные барьеры, главные из которых - содержание органического вещества и гумуса в почве. Количество аккумулированных

углеводородов находятся в прямой зависимости от мощности этих горизонтов. Минимальной склонностью к сорбированию органических веществ по всем параметрам, обладают песчаные, бурые пустынные и серобурые пустынные почвы, получившие основное развитие на исследуемой территории.

Высокой сорбционной способностью обладают почвы с наиболее тяжелым гранулометрическим составом, высокогумусированные почвы и с выпотным типом водного режима. К ним относятся солончаки приморские, распространенные в пределах восточной ранне новокаспийской морской соровой (солончаковой) равнины (Оликолтык и Кайдак, полуостров Бозащы), в настоящее время высохшие заливы Каспийского моря. Почвы, которые имеют низкие сорбционные свойства по одному признаку (гумусности и содержанию органического вещества) и средними по-другому представлены среднесуглинистыми серобурыми солонцеватыми и глинистыми приморскими солонцами распространенные в первичной морской равнине северо-восточного Прикаспия.

Для оценки условий механического рассеяния углеводородов в почвах были использованы следующие параметры: гумусовый горизонт, органическое вещество, водный режим почв, гранулометрический состав. Один из главных факторов, определяющим потенциальную способность почв к выносу углеводородов за пределы почвенного профиля - это водный режим почв, он определяет характер промывания почвенного профиля. В почвах с непромывным водным режимом вся свободная влага и переносимые ею загрязняющие вещества задерживаются внутри профиля. Почвы с периодическим непромывным и пульсационным водным режимом определяют умеренные условия механического выноса углеводородов в почвах [29].

4.4 Нарушенность почвенного покрова прибрежной зоны северо-восточного Каспия

Техногенно-нарушенные земли образовались вследствие строительства и эксплуатации на территории нефтепромыслов различных объектов: дорог, трубопроводов и т.п. Почвы на таких участках потеряли признаки типовой принадлежности. Нарушениям подвержены не только профиль почвы, но и литологическая основа.

В результате антропогенных воздействий формируются новые техногенные формы рельефа— различные выемки грунта, откосы, траншеи насыпи грунта, значительно отличающиеся по форме и составу от естественных образований.

По результатам научно исследовательской работы по бюджетной программе МОН РК 101 «Грантовое финансирование научных исследований»1881/ГФ-2 по теме «Научное обоснование комплексного исследования компонентов окружающей природной среды прибрежной зоны каспия и техногенных объектов» была построена карта антропогенно-нарушенных земель на территории месторождений (рис. 4.4.1).

В прибрежной зоне Каспийского моря, значительная степень антропогенного воздействия, наблюдается на территории от поселка Омирзак практически до нефтяного промысла Каламкас, протяженностью порядка 360-380 км, что составляет около 67% всего побережья Мангистауской области. На этом участке преобладает механическое нарушение почвенного покрова, пастбищная дегрессия. Вместе с этим на нефтяном промысле Каламкас, в районе мысов Песчаный и Казахского залива степень деградации слабая и составляет 31%.



Рисунок 4.4.1 - Антропогенное воздействие на природную среду в прибрежной зоне Каспия в районе нефтяных промыслов

т – механическое нарушение почвенного покрова; п – пастбищная дегрессия; н – нефтехимическое загрязнение; Н – нефть и нефтепродукты; О – органические вещества (фенол, хлор и другие); R - радионуклиды.

Пастбищная деградация почвенного покрова происходит в результате перегрузки угодий скотом и интенсификации выпаса. При этом поверхность почвы вытаптывается, распыляется и подвергается дефляции, ухудшаются физико-химические и водно-физические свойства. Крайней степенью проявления пастбищной деградации является образование незакрепленных песков [30].

Распределение общих углеводов в почвах территории крайне неоднородное, пестрое. Наиболее часто загрязненные нефтью участки встречаются на месторождении Каражанбас. Наиболее чистыми являются почвы на месторождении Арман – степень антропогенного воздействия незначительная.

Техногенно-нарушенные земли встречаются, практически, на каждом месторождении. На них размещены станции мониторинга СЭП-4 на месторождении Каражанбас и СЭП-7 месторождения Каламкас. Так, на них размещены станции мониторинга СЭП – 4 на месторождении Каражанбас, и

СЭП – 11 на месторождении Каламкас. Основная часть территории, на которой проводились мониторинговые исследования, располагается в пределах морской новокаспийской аккумулятивной равнины.

В прибрежной части преобладают равнинные формы рельефа, по мере удаления от моря они сменяются грядово-бугристо-увалистым рельефом, нарушенность почв представлена в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1 – Нарушенность почвенного покрова

| Площадка | Рельеф | Почвенный покров | Нарушения почв |
|--------------------------|---|--|---|
| Месторождение Каражанбас | | | |
| СЭП-1 | Современная приморская аккумулятивная равнина, низкая часть, подвержена сгонно-нагонным явлениям, недавно затоплялась | Луговые приморские с солончаками приморскими | Редкие следы нарушения от проезда автотранспорта, загрязнение бытовым мусором вблизи стоянок рыбаков (радиус до 50 метров), мусор: выбросы прибоа |
| СЭП-2 | Современная приморская аккумулятивная равнина | Солончаки приморские с луговыми приморскими | Редкие следы нарушения от проезда автотранспорта, загрязнение бытовым мусором вблизи стоянок рыбаков (радиус до 50 метров) |
| СЭП-3 | Современная приморская аккумулятивная равнина, выровненный участок, территория нефтепромысла | Луговые приморские опустынивающиеся с техногенно-нарушенными землями | Механические нарушения связанные с нефтедобычей, вблизи объектов нефтедобычи встречаются небольшие по площади пятна нефтезагрязнения. |
| СЭП-4 | Современная приморская аккумулятивная равнина, выровненный участок | Солончаки приморские с луговыми приморскими | Сильные нарушения вблизи автодороги (лагерь дорожников), слабо накатанные дороги. В 400 метрах на запад находится законсервированная скважина (№204). Замазученный грунт и сильные нарушения в радиусе 50 метров от скважины. |
| СЭП-5 | Современная приморская аккумулятивная равнина, верхняя граница нагонной полосы | Луговые приморские с солончаками приморскими | Редкие следы от проезда автотранспорта, нарушения и загрязнение бытовым мусором вблизи стоянок рыбаков (радиус до 50 метров) |
| СЭП-6 | Современная приморская аккумулятивная равнина, чередование пологих гряд и ложбин стока, на склоне ложбины | Солончаки приморские с луговыми приморскими | Техногенных нарушений нет, редкие следы от проезда транспорта |
| Месторождение Арман | | | |
| СЭП-7 | Современная приморская аккумулятивная равнина | Луговые приморские опустынивающиеся с солончаками приморскими | Техногенных нарушений нет, редкие слабо накатанные грунтовые дороги, севернее в 500 метрах проходит нефтепровод |
| СЭП-8 | Сгонно-нагонная зона, подвергается постоянному затоплению. В момент обследования слой воды 15-20 см | Солончак маршевый, однородный | В районе СЭП техногенных нарушений нет, в 300 метрах на северо-восток находится законсервированная скважина (№8) в радиусе 70 метров от устья скважины присутствует загрязнение (историческое) нефтепродуктами, металлолом |

| | | | |
|-------|---|---|--|
| СЭП-9 | Современная приморская аккумулятивная равнина | Луговые приморские с участием солончаков приморских | В 50 м от СЭП добывающая скважина («качалка»), поверхность почвы нарушена, загрязнение нефтепродуктами (историческое) присутствует по трассе нефтепровода в 100-200 метрах южнее СЭП |
|-------|---|---|--|

Продолжение таблицы 4.4.1

| Месторождение Каламкас | | | |
|------------------------|--|---|---|
| СЭП-10 | Современная приморская аккумулятивная равнина | Солончаки соровые с участием техногенно-нарушенных земель | Непосредственно в районе СЭП в радиусе 30-40 см нарушений на прилегающих участках механические нарушения, связаны строительством дамбы, строительный мусор, металлолом |
| СЭП-11 | Современная приморская аккумулятивная равнина, центральная часть месторождения | Солончаки соровые с солончаками обычными и техногенно-нарушенными землями | Центральная часть месторождения. Механические нарушения связанные с деятельностью нефтедобычи. В районе газозамерной установки ГЗУ и нефтяных скважин встречаются пятна загрязненные нефтью и нефтепродуктами.. Загрязнение нефтепродуктами было обнаружено еще в 2007 году, к настоящему времени часть загрязненного грунта вывезена на полигон, но загрязнение практически осталось |
| СЭП-12 | Современная приморская аккумулятивная равнина | Солончаки соровые приморские | СЭП находится восточнее промысла Каламкас, механические нарушения, из-за строительства и эксплуатации дамбы. Море значительно отступило. Урез воды дальше, чем в 2012 г. |
| СЭП-13 | Равнина, полого-волнистая | Бурые пустынные солончаковые с солонцами пустынными | Нарушения почв механические от частого проезда транспорта, преимущественно, дорожная дигрессия, связанная с временным использованием земель в сельском хозяйстве |
| СЭП-14 | Равнина, полого-волнистая с чередованием гряд и понижений | Бурые пустынные солончаковые с солонцами пустынными | Нарушения почв механические от частого проезда транспорта, преимущественно, дорожная дигрессия, связанная с временным использованием земель в сельском хозяйстве |
| СЭП-15 | Равнина, полого-волнистая с чередованием гряд и понижений верх склона гряды | Бурые пустынные солончаковые щебенчатые с выходами коренных пород | Нарушения почв механические от частого проезда транспорта, преимущественно, дорожная дигрессия. сильно накатанные дороги вдоль побережья. |

На рисунке 4.4.2 представлена схема типов почв в районах стационарных экологических площадок (СЭП), согласно установленным координатам, выполненные на основе почвенной топографической Мангистауской области.

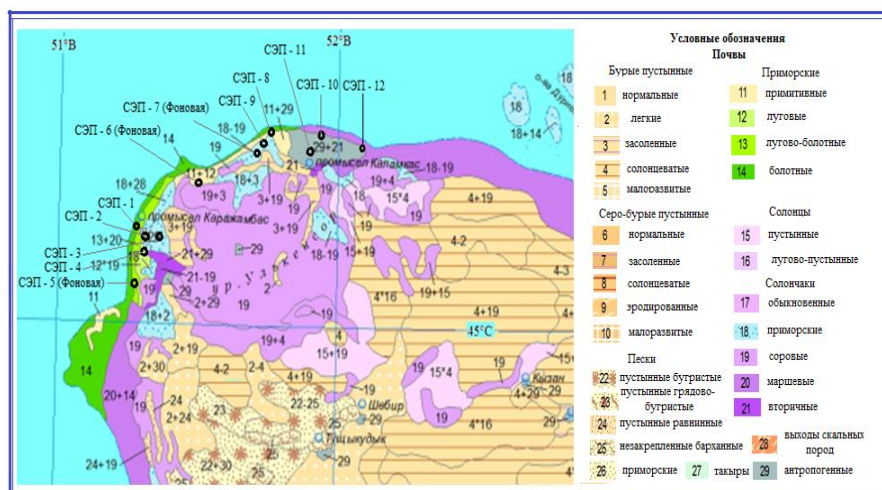


Рисунок 4.4.2 – Почвы в районах (СЭП) нефтепромыслов Каламкас, Арман, Каражанбас

4.5 Эрозия и дефляция почв

К числу наиболее опасных причин деградации почв относится химическое загрязнение. Оно происходит из-за попадания в почву тяжелых металлов. Во многих местах, особенно в районах нефтедобычи и геологоразведочных работ, отмечается полное разрушение почвенно-растительного покрова. Особо остро стоит проблема предотвращения загрязнения почвы и прибрежных территорий нефтью и нефтепродуктами. Нефть способна полностью вывести из строя почву, поэтому не помогут никакие восстановительные работы, кроме полной замены почвенного слоя.

Почвенный покров – основной элемент ландшафта – первым принимает на себя «экологический удар». В связи с механическим нарушением и нередко химическим загрязнением происходит постепенная деградация почв, которая стала одной из основных экологических проблем нефтегазового комплекса. Нефть, попадая в почву, вызывает значительные, порой необратимые изменения ее свойств – образование битуминозных солончаков, гудронизацию, цементацию и т. д. Эти изменения влекут за собой ухудшение состояния растительности и биопродуктивности земель. В результате нарушения почвенного покрова и растительности усиливаются нежелательные природные процессы – эрозия почв, деградация, криогенез. Это связано с нерациональным использованием земельных ресурсов и с низкой устойчивостью почв природным и антропогенным дестабилизирующим факторам обусловленных аридностью общих биоклиматических условий формирования почвенного покрова рисунок 4.5.1.

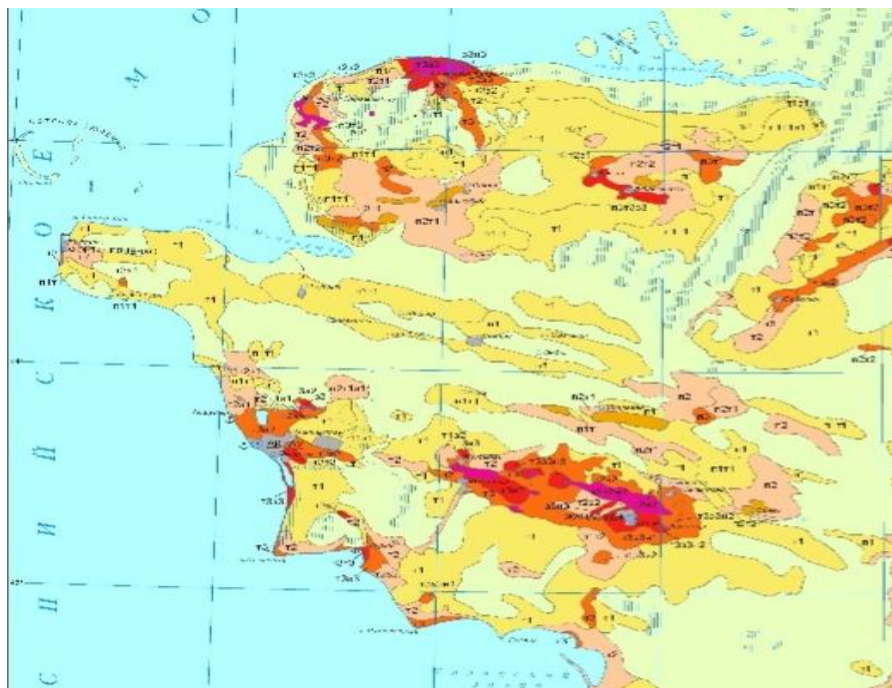


Рисунок 4.5.1 - Карта деградации почв Мангистауской области (на основе данных Атласа Мангистау 2010)

Карта деградации почвенного покрова составлена на основе почвенной карты Мангистауской области с использованием материалов дистанционного зондирования. На карте показаны участки характеризующиеся тотальным уничтожением почвенного покрова (селитебной и селитебно-промышленные зоны, нефтепромыслы, незакрепленные барханные пески), территории с различной степенью проявления пастбищной депрессии, механических нарушений, вторичного засоления, нефтехимического загрязнения почв.

Селитебно-промышленная деградация почвенного покрова, помимо участков размещения жилых строений, объектов промышленности и инфраструктуры, захватывает обширную прилегающую к ним территорию, которая является зоной многопланового антропогенного воздействия, характеризующегося образованием техногенного рельефа положительных (насыпи, вали) и отрицательных (выемки, траншеи, карьеры) форм с техногенными солончаками, отакыренными и дефлированными участками. Кроме механических нарушений почвенного покрова, территории вокруг населенных пунктов неизбежно подвергаются загрязнению хозяйственно-бытовыми и производственными отходами. Еще более катастрофические последствия для состояния почв связаны с разработкой и эксплуатацией нефтяных месторождений, при которых помимо тотального уничтожения почвенного покрова, связанного с механическими воздействиями, происходит интенсивное нефтехимическое загрязнение, обусловленное технологическими нарушениями хранения нефти, аварийными ситуациями на скважинах и трубопроводах и несвоевременной ликвидацией их последствий. Также в качестве загрязнителей выступают минерализованные сточные воды, буровые

растворы, технологические отходы бурения и другие [31].

Загрязнение нефтью приводит к негативным изменениям экологического состояния почв. Резко ухудшаются водно-физические свойства, изменяется окислительно-восстановительный потенциал, происходит вторичное засоление почв и сопутствующие ему техногенное осолонцевание. Загрязнение почв нефтью, помимо своего прямого воздействия может приводить к сверхнормативному накоплению в почвах тяжелых металлов, содержащихся в нефти (цинк, медь, свинец и др.) рисунок 4.5.2. На месторождениях и прилегающих к ним территориях повсеместно наблюдаются увеличение минерализации грунтовых вод и их загрязнение токсичными веществами. Грунтовые воды обеспечивают транзит химических токсинов в сторону Каспийского моря, что вызывает его загрязнение.

Пастбищная деградация почвенного покрова происходит в результате перегрузки угодий скотом и интенсификации выпаса. При этом поверхность почвы вытаптывается, распыляется и подвергается дефляции, ухудшаются физико-химические и водно-физические свойства почв. Крайней степенью проявления пастбищной деградации является образование и незакрепленных песков. Особенно интенсивному воздействию пастбищной дигрессии локального характера подвергаются территории, прилегающих зимовкам. Признаки пастбищной дигрессии средней и слабой степени, проявляющиеся в наличии скотосбойных троп, снижении задернованности почв, увеличении количества видов проективного покрытия почв растениями-индикаторами пастбищной дигрессии, отмечаются на значительных площадках.



Рисунок 4.5.2 - Нефтехимическое загрязнение почв

Механические нарушения почвенного покрова в зависимости от характера антропогенного воздействия. В качестве одной из основных причин деградации физических свойств почв вследствие транспортных нагрузок выступает переуплотнение почв. При уплотнении почв образуется глыбистая малопористая структура, снижаются наименьшая влагоемкость, коэффициент

фильтрации и влагопроводности, что даже при незначительных уклонах поверхности приводит к ускоренному развитию водной эрозии. На легких по механическому составу почвах уничтожение растительности и нарушение структурного состояния поверхностных горизонтов способствует образованию очагов дефляции. Прокладка профилированных дорог сопровождается возведением насыпей и выемкой грунта, обнажением засоленных подстилающих пород рисунок 4.5.3. Изменение водного режима по задирам при интенсивном испарении приводит, как правило, к образованию вторичных техногенных солончаков.



Рисунок 4.5.3 - Дорожная дигрессия

Необратимые механические нарушения почв происходят на стадии строительства трубопроводов. Они связаны с нивелированием трассы, закладкой траншей, отсыпкой грунта. Это приводит к извлечению на поверхность подстилающих пород, большей частью сильно засоленных, и погребению под ним почв прилегающей полосы. Трассы, проходящие по массивам бугристых и грядово-бугристых песков, сопровождаются образованием барханных незакрепленных песков. Этим нарушениям также сопутствует сильная дорожная дигрессия почв. Помимо этого прокладка трубопроводов, в особенности газо- и нефтепроводов, неизбежно связана со строительством технологических объектов, обеспечивающих их функционирование (задвижка, пункты приема скребка, НПС и пр.), а также сооружений, связанных с ликвидациями последствий возможных аварийных ситуаций (защитные дамбы, амбары и др.)

Вместе с этим приводится информация, о проблемных с экологической точки зрения территорий Мангистауской области. Баланс экологически проблемных территорий составлен по материалам [32], и представлен в таблице 4.5.1.

Таблица 4.5.1 Баланс экологически проблемных территорий региона

| № | Наименование территории | Площадь, | % |
|---|-------------------------|----------|---|
|---|-------------------------|----------|---|

| | | тысяч км ² | |
|---|--|-----------------------|-------|
| 1 | Хвостохранилище Кошкар-Ата | 0,8 | 0,48 |
| 2 | Нарушенные земли бывших карьеров, требующие незамедлительной рекультивации (в районах нефтедобычи и геологоразведки) | 2,1 | 1,27 |
| 3 | Земли загрязненные отходами нефтедобывающих предприятий | 0,20 | 0,12 |
| 4 | Земли загрязненные промышленными отходами | 0,96 | 0,58 |
| 5 | Несанкционированные свалки | 0,05 | 0,03 |
| 6 | Земли залитые пластовыми водами | 4,45 | 2,69 |
| 7 | Площади эродированных сельскохозяйственных угодий | 1,46 | 0,88 |
| 8 | Итого: Общая площадь проблемных территорий | 10 | 6 |
| 9 | Итого: общая площадь территории области | 165,5 | 100,0 |

Как правило, почвенный покров в пределах территории месторождений испытывает высокие антропогенные нагрузки и является нарушенным на значительных площадях. В зависимости от характера антропогенных воздействий деградация почв проявляется в полном или частичном уничтожении почвенного профиля, в изменении физических (плотность, структура, порозность) и химических (содержание гумуса, элементов зольного питания, высокомолекулярных соединений, реакция почвенной суспензии, засоления) свойств почв; нарушении водного режима; загрязнении почв тяжелыми металлами, нефтяными углеводородами и другими ингредиентами. По результатам исследования была построена карта деградации почв прибрежной зоны Каспийского моря, составленная в среде ERMapper рисунок 4.5.5

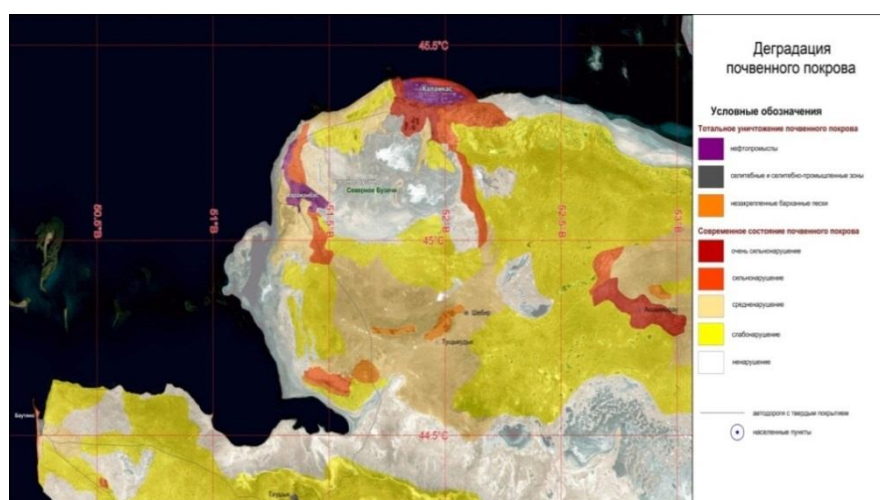


Рисунок 4.5.5 – Карта деградации почв, составленная в среде ERMapper

(автор д.т.н. профессор Кенжетаев Г.Ж.)

Деградированные почвы занимают значительные площади территории Мангистауской области. Период естественного восстановления почв колеблется от 20 до 40 лет. Восстановление почв и растительности искусственным путем является слишком дорогостоящим и долговременным процессом. Однако уже сегодня можно оградить эти территории от техногенного воздействия и создать условия для естественной регенерации нарушенных земель и позаботиться об экологическом состоянии будущего.

4.6 Гранулометрический состав почв и проницаемость

Для оценки условий механического рассеяния углеводородов в почвах был определен гранулометрический состав почв на исследуемой территории. Важную роль играет проницаемость почв, которая зависит от гранулометрического состава. В глинистых почвах миграции веществ затруднены из-за малого объема водопроводящих пор. Самые неблагоприятные фильтрационные свойства имеют глины и тяжелые суглинки. На исследуемой территории к ним относятся приморские солончаки и солонцы.

Противоположная ситуация характерна для супесчаных и песчаных почв, а именно для бурых пустынных и песчаных опустыненных почв. Так как для них характерно максимально благоприятная возможность выноса веществ и соединений из почвенной толщи. Суглинистые серобурые пустынные и солонцеватые почвы занимают среднее положение по своим фильтрационным свойствам, следовательно, по потенциальной активности миграционных процессов.

Как правило, чем тяжелее гранулометрический состав, тем выше емкость поглощения. Среди поглощенных оснований в составе естественных почв преобладает обменный магний, а в составе техногенных грунтов поглощенный кальций. Практически, все почвы на месторождение засолены. Как видно из результатов определения состава водной вытяжки, сумма солей варьирует в пределах от 0,08 до 8,42%. При этом минимальное количество солей характерно для почв, находящихся на стадии опустынивания, в которых соли из поверхностных горизонтов вымыты на некоторую глубину. Водно-солевой режим почв на приморской равнине нестабильный. Его результирующее проявление зависит даже от незначительных изменений микрорельефа поверхности, от свойств грунта, определяющих водоподъемную способность, от минерализации и глубины залегания грунтовых вод, погодных условий и множества других факторов. Кроме того, большое значение играет характер засоления морских отложений. Все эти условия определяют значительную пестроту засоления в пространстве и во времени.

По типу химизма засоления наиболее распространены хлоридно-сульфатный - по анионам и кальциево-натриевый – по катионам типы. Встречаются также почвы с сульфатно-хлоридным, хлоридным и содовым

типами химизма засоления. Механический состав почв, преимущественно, песчаный, реже – супесчаный, находится в прямой связи с составом морских отложений, на которых они сформировались. Среди механических фракций преобладают частицы песка мелкого. Определенных закономерностей в вертикальном перераспределении фракций механического состава, связанных с современным почвообразовательным процессом не наблюдается. Почвы имеют слоистость, свойственную морским осадкам. Общим для всех почв является отсутствие грубых скелетных фракций.

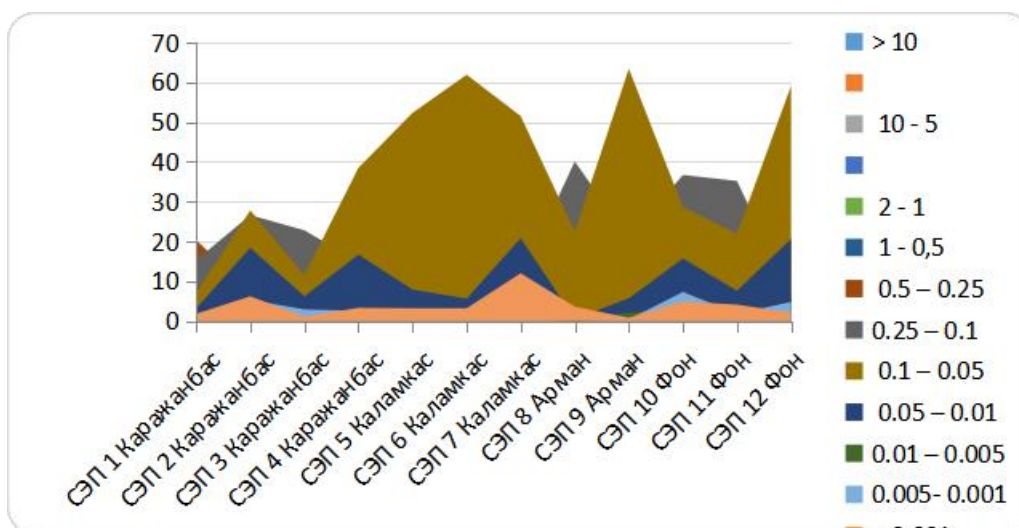


Рисунок 4.6.1 - Гранулометрический состав почв в %, глубина отбора проб 0-5см.

Механический состав почв определяется составом морских отложений. В основном преобладают почвы с песчаным механическим составом и только в антропогенно нарушенных модификациях встречаются супесчаные горизонты. В составе гранулометрических фракций преобладает мелкопесчаные частицы (0,25-0,05 мм) рисунок 4.6.1 и 4.6.2.

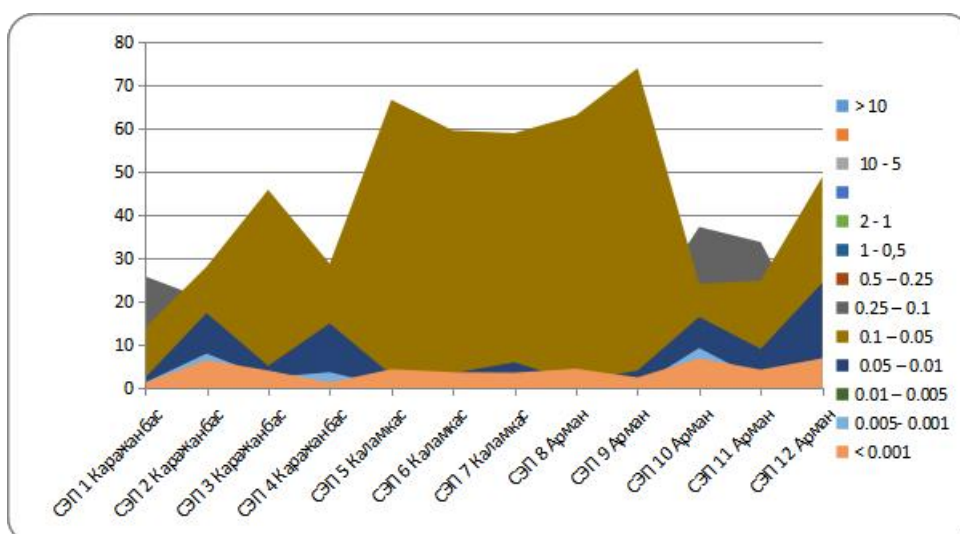


Рисунок 4.6.2 - Гранулометрический состав почв в %, глубина отбора проб 5-20см.

По месторождению Каражанбас согласно наименованию Качинского преобладает песок и супесь, по месторождению Каламкас и Арман в основном песок. Определенных закономерностей в перераспределении фракций по профилю почв не наблюдается. Для профиля почв характерна слоистость, свойственная морским отложениям. Механический состав почв и слагающих их горизонтов – супесчаный и песчаный. В составе гранулометрических фракций преобладают частицы песка мелкого.

4.7 Содержание подвижных микроэлементов почвах, загрязнение почв прибрежной полосы северо-восточного Каспия

Осенью 2018-2019гг. на 12 стационарных экологических площадках (СЭП) были отобраны пробы почв для определения содержания тяжелых металлов в почвах. Содержание тяжелых металлов выполнены в аккредитованной лаборатории ТОО «Accutest» и УПРиПР. Обработанные результаты лабораторных анализов проб представлены в таблице 4.7.1. Для анализа изменений содержания тяжелых металлов в почвах в таблице представлены также результаты, полученные в предыдущие сроки наблюдений 2013-2014 гг. Основной источник фактической информации – материалы исследований кафедры «Экология и химический инжиниринг» (рук. д.т.н., профессор Г.Ж. Кенжетаев) Каспийского государственного университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова (КГУТИ) в рамках научных проектов по грантовому финансированию МОН РК по теме «Научное обоснование комплексного исследования компонентов окружающей среды прибрежной зоны Каспия и техногенных объектов».

Для 2013 года приведены данные только по тем СЭП, местоположение, которых совпадает с площадками, наблюдения на которых проводились в 2013-2014 гг.

Месторождение Каражанбас. Результаты химических анализов на содержание тяжелых металлов проб, отобранных на СЭП 1-4 месторождения Каражанбас осенью текущего года, показывают, что превышение ПДК наблюдаются только по содержанию валовых форм мышьяка. Средневзвешенные концентрации этого элемента в слое 0-20 см осенью текущего года изменялись в интервале 2,17-5,7 мг/кг, что соответствует 1,2-2,85 ПДК (таблица 4.7.1). Если рассматривать содержание мышьяка в пробах в динамике (рисунок 4.7.1) за весь период наблюдения с 2013 года, тенденций к накоплению этого элемента в почвах не обнаружено.

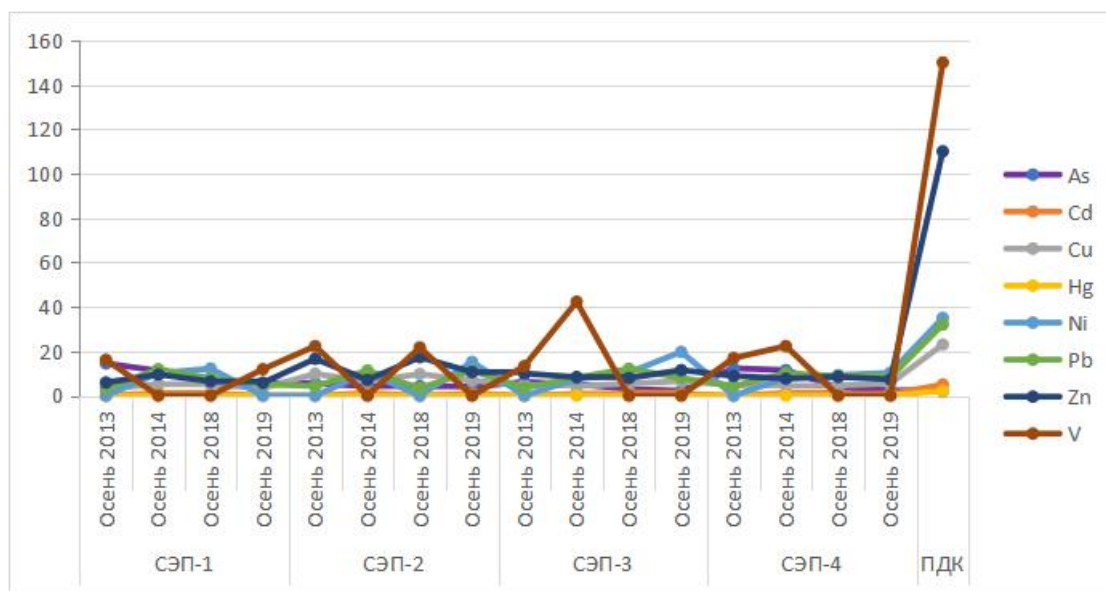


Рисунок 4.7.1 - Динамика содержания тяжелых металлов в почвах м. Каражанбас (СЭП 1-4)

Относительно высокое содержание мышьяка в почвах не связано с техногенными факторами, а обусловлено составом и характером накопления осадочных почвообразующих пород, то есть является провинциальной особенностью данной территории. Это подтверждается также тем, что наиболее высокие концентрации мышьяка отмечаются в пробах почв, отобранных в прибрежной полосе, где техногенное воздействие незначительно. Средневзвешенное содержание бария в почвенном слое 0-20 см в осенний период 2019 года незначительно превышало кларк только на СЭП-3,4. На других СЭП содержание бария было ниже Кларка.

В 2013-2014г.г. средневзвешенное содержание бария в слое 0-20 см часто превышало Кларк и достигало значения 1031 мг/кг. Относительно повышенное содержание бария в почвах приморской полосы явление повсеместное и связано с постоянной подпиткой почв жесткими грунтовыми водами, а на месторождениях может усиливаться за счет проливов пластовых вод.

Увеличение концентрации к осени определяется выпариванием вод из почвенного профиля в жаркий летний период и малым количеством атмосферных осадков. Все другие определяемые ингредиенты как и в предыдущие сроки наблюдений находились в почвах в количествах значительно ниже ПДК или кларка. Средневзвешенные концентрации их за весь период наблюдений изменялись разнонаправленно. Тенденций к накоплению в почвах по всем ингредиентам не обнаружено.

На месторождении Арман осенью 2019 г. превышение предельно допустимого уровня содержания в почвах тяжелых металлов наблюдалось только по мышьяку. Средневзвешенное содержание мышьяка в слое 0-20 см изменялось в пределах, соответствующих 1,07-1,2 ПДК и не превышало значений предыдущих сроков наблюдений. Средневзвешенное содержание бария в почвах месторождения осенью 2019 года колебалось в пределах 441-

488 мг/кг, и не превышало кларк этого элемента в почвах, и было ниже, чем в предыдущие сроки наблюдений (таблица 4.7.1).

Содержание других тяжелых металлов во всех пробах, отобранных на территории месторождения, как в осенний период 2019 года, так и в предыдущие сроки наблюдений было значительно ниже допустимых уровней. Наблюдения за содержанием тяжелых металлов в почвах месторождения с 2013 года по 2019 год, не выявили тенденций к их накоплению. В динамике содержания тяжелых металлов за период исследований наблюдается значительное варьирование содержания элементов, как по срокам наблюдений, так и в пространстве (по СЭПам) (рисунок 4.7.2).

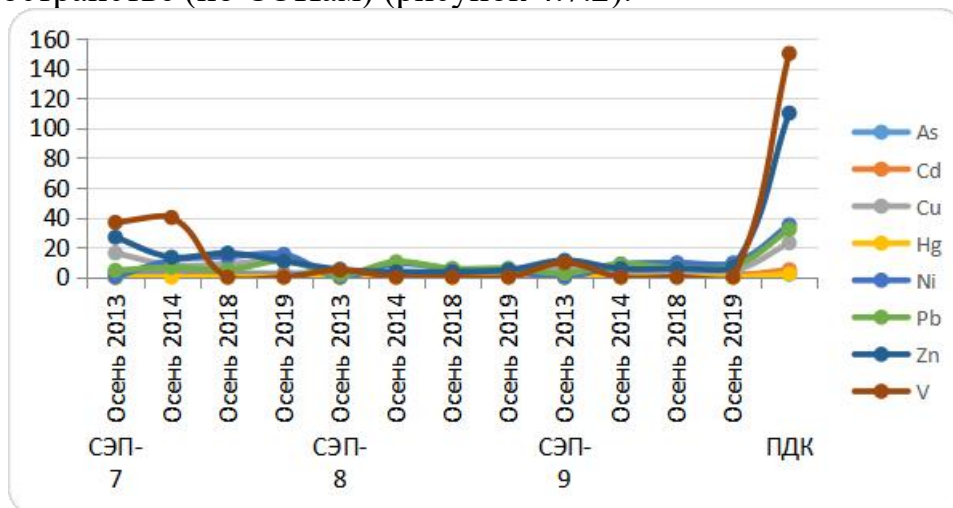


Рисунок 4.7.2 - Динамика содержания тяжелых металлов в почвах м. Арман (СЭП 7-8-9)

Месторождение Каламкас. На месторождении Каламкас осенью 2019 г. наблюдения проводились на трех площадках – СЭП-10, СЭП-11 и СЭП-12. Из всех определяемых ингредиентов только мышьяк имел концентрации, превышающие допустимые значения. Средневзвешенное содержание мышьяка соответствовало 1-1,2 ПДК, при этом наиболее высокие концентрации отмечались на СЭП-12, которая находилась за пределами месторождения. Это еще раз свидетельствует о том, что повышенное содержание мышьяка не связано с эксплуатацией месторождения превышало ПДК на всех СЭП, при этом наиболее высокая концентрация мышьяка отмечается на СЭП-12 (1,2 ПДК). Другие определяемые ингредиенты на СЭП 10 и 12 содержались в количествах значительно ниже допустимых значений.

В динамике содержания тяжелых металлов в почвах самого отдаленного месторождения нефтедобычи Каламкас за период исследований на СЭП 10 и 12 наблюдается значительное варьирование содержания тяжелых металлов в почвах по срокам наблюдений. Тенденций к накоплению токсичных соединений в почвах не наблюдается (рисунок 4.7.3).

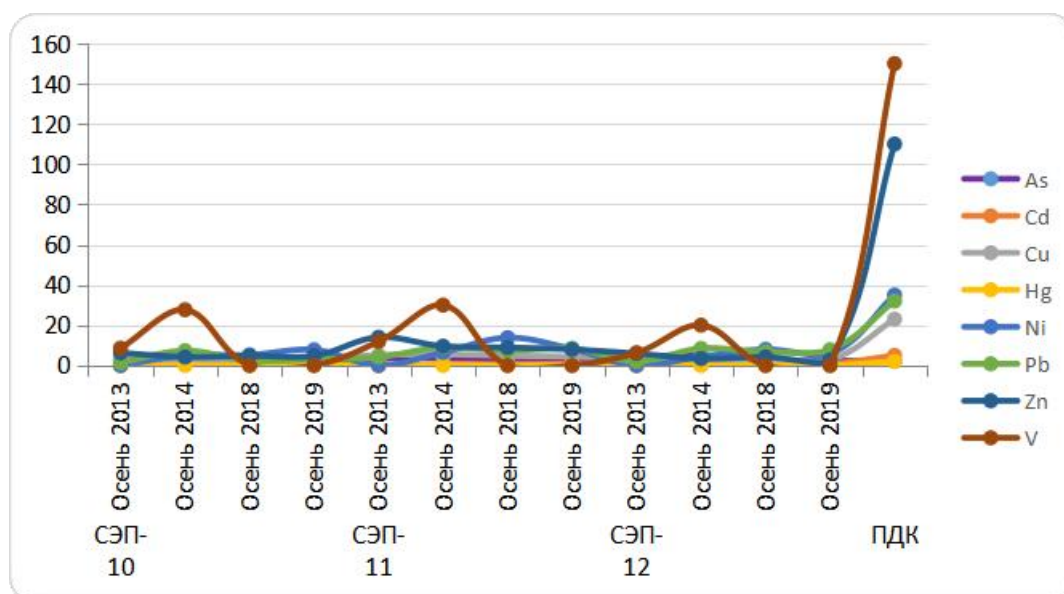


Рисунок 4.7.3 - Динамика содержания тяжелых металлов в почвах м. Каламкас (СЭП 10-11-12)

Фоновые стационарные экологические площадки. Осенью 2019 года концентрации тяжелых металлов в почвах на фоновых площадках были близки к концентрациям в 2018 г. находились примерно в тех же интервалах, что и на других стационарных экологических площадках СЭП (таблица 4.7.1). Средневзвешенное содержание мышьяка в слое 0-20 см на фоновых станциях составило 2,10-5,67 мг/кг (1,01-2,8 ПДК). Содержание бария изменялось от 469 мг/кг на СЭП-6 до 489 мг/кг на СЭП-5. Другие ингредиенты содержались в количествах значительно ниже допустимых значений.

Динамика изменений концентраций тяжелых металлов за весь период наблюдений представлена на рисунке 4.7.4. Как видно на графике, содержания определяемых ингредиентов за весь период наблюдений изменялись разнонаправленно. Тенденций к накоплению каких-либо ингредиентов в почвах не выявлено.

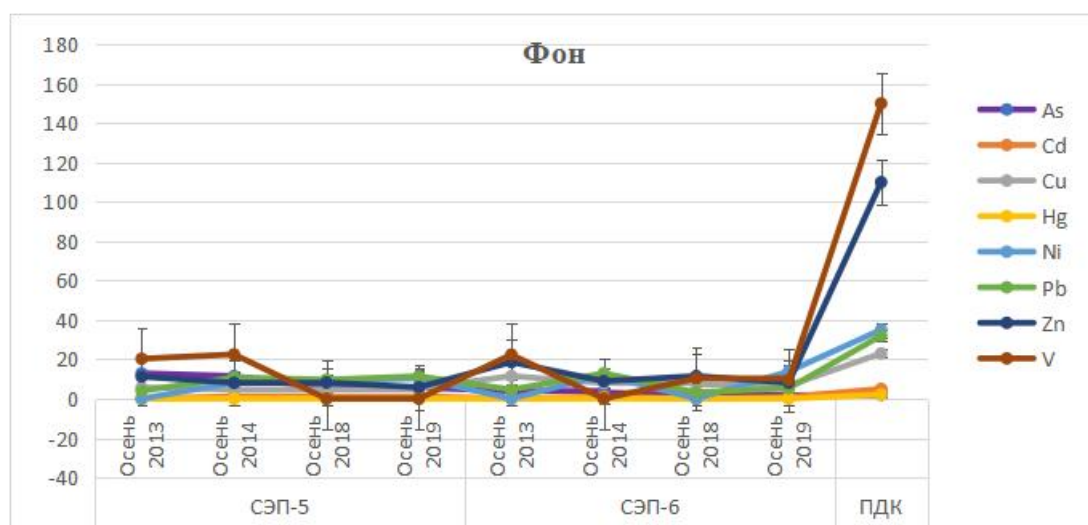


Рисунок 4.7.4 - Динамика содержания тяжелых металлов в почвах фоновых (СЭП 5-6)

Таблица 4.7.1 Содержание тяжелых металлов в почвах месторождений нефтедобычи

| Дата | Но.пр | Тяжелые металлы, мг/кг | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | | As | Cd | Cu | Ba | Fe | Hg | Ni | Pb | Zn | Cr | Al | V |
| ПДК, мг/кг | | 2 | 5 | 23 | - | - | 2,1 | 35 | 32 | 110 | - | - | 150 |
| Кларк, мг/кг | | - | - | - | 500 | * | - | - | - | - | 200 | ** | - |
| Месторождение Каражанбас | | | | | | | | | | | | | |
| СЭП-1 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 14,5 | <0,2 | 3,04 | 566 | - | <0,1 | - | 3,25 | 5,92 | <0,4 | - | 16,1 |
| Осень 2014 | 0-20 | 11,2 | 1,17 | 5,15 | 701 | 5611 | 0.02 | 10,1 | 11,9 | 9,54 | 0,31 | 2711 | - |
| Осень 2018 | 0-20 | 6,6 | 0,97 | 4,92 | 471 | 5972 | 0,01 | 12,2 | 7,9 | 6,41 | 13,1 | 1497 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 5,7 | <0,2 | 3,35 | 411 | - | <0,1 | - | 5,16 | 5,77 | 0,80 | - | 11,9 |
| СЭП-2 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 5,39 | <0,2 | 9,85 | 188 | - | <0,1 | - | 4,29 | 16,6 | 7,25 | - | 22,3 |
| Осень 2014 | 0-20 | 4,32 | 1,15 | 6,41 | 591 | 4908 | <0,01 | 10,3 | 11,3 | 7,05 | 19,7 | 1583 | - |
| Осень 2018 | 0-20 | 4,20 | <0,2 | 9,71 | 411 | - | <0,1 | - | 3,32 | 17,3 | 11,7 | - | 21,7 |
| Осень 2019 | 0-20 | 3,91 | 0,93 | 6,81 | 441 | 6598 | <0,01 | 15,2 | 11,2 | 10,6 | 11,3 | 3501 | - |
| СЭП-3 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 6,20 | <0,2 | 4,69 | 469 | - | <0,1 | - | 3,60 | 9,97 | 1,55 | - | 13,3 |
| Осень 2014 | 0-20 | 5,13 | 0,85 | 4,21 | 862 | 4911 | 0,018 | 7,40 | 8,16 | 8,35 | 12,3 | 3308 | 42,3 |
| Осень 2018 | 0-20 | 2,97 | 1,35 | 5,45 | 491 | 3954 | <0,01 | 10,4 | 12,1 | 7,91 | 21,3 | 2805 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,17 | 0,78 | 6,52 | 521 | 4526 | <0,01 | 19,7 | 7,98 | 11,5 | 17,8 | 2417 | - |
| СЭП-4 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 12,3 | <0,2 | 4,71 | 627 | - | <0,1 | - | 4,22 | 8,86 | 1,81 | - | 16,9 |
| Осень 2014 | 0-20 | 11,5 | 1,17 | 4,42 | 1031 | 5611 | 0,03 | 7,91 | 10,1 | 7,67 | 16,5 | 3114 | 22,3 |
| Осень 2018 | 0-20 | 3,7 | 0,79 | 4,56 | 525 | 4690 | 0,02 | 9,27 | 8,87 | 8,47 | 15,3 | 2399 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,33 | 0,79 | 5,51 | 651 | 3973 | <0,01 | 10,3 | 8,30 | 7,30 | 20,0 | 1965 | - |

Продолжение таблицы 4.7.1

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|------|------|-----|------|--------|------|------|-------|-------|------|------|
| Фон | | | | | | | | | | | | | |
| СЭП-5 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 12,94 | <0,2 | 5,74 | 685 | - | <0,1 | - | 3,99 | 11,2 | <0,4 | - | 20,3 |
| Осень 2014 | 0-20 | 11,5 | 1,13 | 4,60 | 800 | 5096 | 0,025 | 8,15 | 10,8 | 8,06 | 14,7 | 5276 | 22,5 |
| Осень 2018 | 0-20 | 5,00 | 0,89 | 4,56 | 531 | 3874 | 0,02 | 8,84 | 9,68 | 8,18 | 16,8 | 2540 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 5,67 | 1,15 | 5,22 | 489 | 3956 | < 0,01 | 10,4 | 11,4 | 5,81 | 20,3 | 2461 | - |
| Фон | | | | | | | | | | | | | |
| СЭП-6 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 3,93 | <0,2 | 11,5 | 201 | - | <0,1 | - | 4,63 | 18,6 | 7,40 | - | 22,4 |
| Осень 2014 | 0-20 | 3,12 | 1,07 | 7,92 | 653 | 5431 | 0,021 | 12,1 | 12,9 | 8,91 | 17,7 | 3454 | - |
| Осень 2018 | 0-20 | 1,86 | <0,2 | 7,19 | 360 | - | <0,1 | - | 3,20 | 11,5 | 13,34 | - | 10,3 |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,10 | 0,85 | 6,61 | 469 | 3851 | 0,028 | 13,8 | 5,30 | 8,10 | 16,3 | 2361 | 9,5 |
| Месторождение Арман | | | | | | | | | | | | | |
| СЭП-7 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 3,38 | <0,2 | 16,2 | 142 | - | <0,1 | - | 4,53 | 26,8 | 13,1 | - | 36,7 |
| Осень 2014 | 0-20 | 2,98 | 0,79 | 8,11 | 425 | 6736 | 0,028 | 11,3 | 6,56 | 13,4 | 10,4 | 7119 | 40,0 |
| Осень 2018 | 0-20 | 2,75 | 0,54 | 8,83 | 500 | 6945 | < 0,01 | 13,7 | 4,91 | 16,1 | 15,4 | 3912 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,41 | 1,09 | 11,3 | 475 | 6911 | <0,01 | 15,3 | 10,9 | 10,8 | 15,2 | 3001 | - |
| СЭП-8 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 3,19 | <0,2 | 2,28 | 149 | - | <0,1 | - | 1,50 | 5,18 | <0,4 | - | 4,88 |
| Осень 2014 | 0-20 | 3,37 | 1,18 | 3,63 | 698 | 2979 | < 0,01 | 8,99 | 10,3 | 3,53 | 21,8 | 1503 | - |
| Осень 2018 | 0-20 | 2,90 | 0,50 | 2,80 | 513 | 1640 | 0,025 | 5,70 | 5,80 | 3,70 | 17,0 | 529 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,14 | 1,18 | 2,93 | 488 | 1820 | <0,01 | 4,10 | 5,9 | 4,9 | 20,0 | 619 | - |
| СЭП-9 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 2,32 | <0,2 | 6,11 | 144 | - | <0,1 | - | 2,59 | 11,27 | <0,4 | - | 9,77 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|-------|------|------|
| Осень 2014 | 0-20 | 2,83 | 0,87 | 4,51 | 593 | 3510 | < 0,01 | 8,42 | 8,93 | 5,71 | 11,1 | 2341 | - |
| Осень 2018 | 0-20 | 1,38 | 0,64 | 3,89 | 450 | 2571 | <0,01 | 9,60 | 6,20 | 5,80 | 14,2 | 1293 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 1,79 | 0,91 | 4,18 | 441 | 2295 | <0,01 | 9,5 | 7,2 | 6,90 | 14,8 | 1811 | - |
| Месторождение Каламкас | | | | | | | | | | | | | |
| СЭП-10 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 2,89 | <0,2 | 3,2 | 63,9 | - | <0,1 | - | 1,28 | 6,28 | <0,4 | - | 8,59 |
| Продолжение таблицы 4.7.1 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2014 | 0-20 | 2,55 | 0,73 | 2,03 | 384 | 1815 | 0,019 | 4,91 | 7,32 | 4,21 | 3,81 | 6367 | 27,7 |
| Осень 2018 | 0-20 | 2,27 | 0,33 | 2,40 | 211 | 2129 | < 0,01 | 5,25 | 2,51 | 4,79 | 8,35 | 1841 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 1,80 | 0,84 | 3,10 | 200 | 2303 | <0,01 | 7,8 | 3,00 | 4,80 | 10,5 | 1610 | - |
| СЭП-11 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 3,30 | <0,2 | 5,19 | 488 | - | <0,1 | - | 4,15 | 14,0 | 2,17 | - | 11,9 |
| Осень 2014 | 0-20 | 3,80 | 0,72 | 5,45 | 1000 | 3664 | 0,025 | 6,49 | 9,04 | 9,56 | 6,82 | 4618 | 30,0 |
| Осень 2018 | 0-20 | 2,40 | 0,60 | 4,90 | 525 | 4258 | <0,04 | 13,8 | 7,40 | 8,90 | 16,1 | 3000 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,00 | 0,75 | 4,33 | 413 | 3700 | 0,02 | 8,22 | 8,47 | 7,96 | 10,9 | 2293 | - |
| СЭП -12 | | | | | | | | | | | | | |
| Осень 2013 | 0-20 | 4,09 | <0,2 | 3,24 | 196 | - | <0,1 | - | 2,00 | 5,91 | <0,4 | - | 6,31 |
| Осень 2014 | 0-20 | 5,13 | 0,67 | 2,66 | 550 | 2024 | <0,01 | 4,36 | 8,47 | 3,42 | 6,62 | 4821 | 20,0 |
| Осень 2018 | 0-20 | 2,20 | 0,60 | 3,00 | 475 | 1641 | <0,01 | 8,00 | 6,80 | 4,20 | 15,0 | 640 | - |
| Осень 2019 | 0-20 | 2,33 | 0,77 | 2,83 | 453 | 2174 | <0,01 | 5,74 | 7,83 | 2,69 | 11,79 | 682 | - |

Примечание: Условные обозначения: Но.пр – глубина отбора проб, см; * - Кларк (Fe = 38000 мг/кг); ** - Кларк (Al = 71300 мг/кг).

При оценке содержания тяжелых металлов и общих углеводородов в почвах в качестве критериев оценки были приняты величины предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в почвах [33].

Превышение предельно допустимых концентраций элементов в почвах на всей территории отмечено по мышьяку. Превышение ПДК по мышьяку связано не с техногенным загрязнением почв, а с природными процессами и методическими вопросами расчета ПДК. ПДК, принятые в РК, составляют для мышьяка 2,0 мг/кг (Нормативы предельно допустимых концентраций..., 2004), что ниже среднего содержания его в почвах. Поэтому оценку содержания этого элемента в почвах следует проводить по сравнению с содержанием его на фоновых площадках. На фоновых площадках содержание мышьяка также превышает ПДК и находится на одном уровне или даже выше содержания его на территории нефтепромыслов. На основании этого можно утверждать о том, что повышенное содержание мышьяка связано с естественными процессами накопления и миграции веществ и обусловлено геохимическими особенностями территории. В почвах обследованной территории отмечается повышенное содержание бария с превышением в отдельных случаях его кларка в несколько раз. Повышенное содержание бария может быть связано с жесткими грунтовыми водами на современной приморской равнине и потерями подземных вод на месторождениях. В 2018-2019г.г. содержание валовых форм таких элементов как медь, ртуть, свинец, кадмий и цинк в почвах ни в одной из отобранных проб не превышало величин предельно допустимых концентраций. Осенью 2018 года на СЭП-11, которая находится непосредственно на месторождении на нарушенных землях, выявлены превышения по содержанию бария 1,05 ПДК. В пробах, отобранных осенью 2019 года все определяемые элементы, за исключением мышьяка, содержались в пределах допустимых значений. Тенденции к накоплению тяжелых металлов в почвах по результатам наблюдений 2018-2019г.г. на большинстве СЭП не выявлено. Визуальные наблюдения и лабораторное определение содержания общих углеводородов в

почвах выявили неоднородное распределение их в пространстве. На большей части месторождений и в районе фоновых участков загрязнение почв нефтью отсутствует. У скважин и других технологических объектах встречаются небольшие пятна нефтяного загрязнения. Высокое содержание углеводородов обнаружено при анализах проб почв, отобранных на СЭП-11 месторождения Каламкас.

В рамках выполнения докторской диссертации докторанта PhD специальности 6D060800-Экология Койбаковой С.Е. осенью 2018 года в прибрежной зоне Прикаспийского региона, на мысе Песчаном в районе расположения паромного комплекса были выполнены научные полевые исследования состояния почв. Необходимо отметить, что комплекс был запущен в 2018 году как важное звено транспортно-логистической системы Транскаспийского международного коридора, а также выхода на Кавказ и Европу.

Исследовано 7 пробных площадок (ПП). Изучено более 30 почвенных проб, отобранных с глубин 0-5 и 5-20 см.

Материалы и методы исследования: Данные представлены по материалам собственных полевых исследований, проведенных в октябре 2018 года со специалистами департамента Экологии по Мангистауской области.

Спектрофотометром лабораторным HACHDR-2400 (США) определяли валовое содержание тяжелых металлов (ТМ). Для анализа показателя суммарного загрязнения почв (СПЗ) или Z_c , с применением разных подходов, использованы значения содержания химических элементов на фоновой площадке ПП-Фон. В качестве фона была использована почва Каракия-Каракольского заказника.

Для исследования почвенных образцов были использованы следующие методы: цвет – по шкале А. Манселла, гранулометрический состав – по Н.А. Качинскому, гумус (окисление почвы дихроматом калия) – по И.В. Тюрину, азот общий – по Й. Кьельдалю, фосфор валовый – для карбонатных почв – по Б.Г. Мачигину. Натрий обменный по Гедройцу. Магний обменный и кальций обменный - по Друйно-Гале. Общепринятыми методами определяли объемную массу, плотность твердой фазы, гидролитическую кислотность, сумму поглощенных оснований. Определение количества гумуса в почве выполняли по И.В. Тюрину в модификации Б.А. Никитина.

Результаты исследования: В целях получения объективной оценки состояния почв, показатель суммарного показателя загрязнения был рассчитан по нескольким формулам.

1. Наиболее известным индикатором, в котором используются фоновые значения концентрации веществ, и обладающим гигиенически обоснованной шкалой опасности загрязнения почв, является "суммарный показатель загрязнения почв" СПЗ или Z_c . Показатель Ю.Е. Саета (СПЗ) или Z_c , в котором не учитываются значения $K_c < 1$ рассчитывается по формуле 2 [30]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n (K_c) - (n - 1) \quad (1)$$

где K_c - коэффициент концентрации i - го химического вещества;
 n - количество определяемых веществ с концентрацией K_c больше единицы.

В результатах расчетов, уровень загрязнения почв - низкий, при величине Z_c менее 16, средний (умеренно-опасный) при (16-32), высокий (опасный) при (32-128) и чрезвычайно опасный - если Z_c более 128.

Необходимо отметить, что в этом показателе не учтена, различная степень токсичности веществ, что приводит к некорректности результатов.

2. Показатель СПЗ с учетом разной токсичности тяжелых металлов $Z_{(cm)}$ [32] рассчитывается по формуле 3.

$$Z_{CT} = \sum (K_{Ci} \times K_{Ti}) - (n - 1) \quad (2)$$

где K_{Ti} - коэффициент токсичности i -ого элемента.

В той связи, чтобы для СПЗ по формуле 3, оставалась актуальной шкала критических суммарных показателей Ю.Е. Саета, для элементов второго класса опасности использовать $K_T = 1,0$, третьего класса опасности $K_T = 0,5$, первого класса опасности $K_T = 1,5$. Изучаемые в работе тяжелые металлы относятся к первому (высокоопасному) классу опасности Pb, Cd, Zn и Cr, и ко второму умеренно опасному, медь Cu и никель Ni.

3. В настоящее время для оценки состояния почв, широко применяется показатель суммарного загрязнения [33], учитывающий средние геометрические коэффициенты концентрации тяжелых элементов $Z_{C(r)}$, который рассчитывается по формуле 4.

$$Z_{C(r)} = n \times (K_{C1} \times K_{C2} \times K_{Cn})^{\frac{1}{n}} - (n - 1) \quad (3)$$

4. Приведем формулу комплексного показателя суммарного загрязнения почв, который учитывает среднее геометрическое значение коэффициента K_c а также и токсичность тяжелых металлов, $Z_{CT(r)}$ [32]:

$$Z_{CT(r)} = n \times [(K_{C1} \times K_{T1}) \times (K_{C2} \times K_{T2}) \times (K_{Cn} \times K_{Tn})]^{\frac{1}{n}} - (n - 1) \quad (4)$$

Полученные выборки металлоида и тяжелых металлов (As, Cr, Cd, Cu, Co) вносят максимальный вклад, по их содержанию в почвах изученных ПП.

Наибольшими ранговыми суммами, по отношению к содержанию As, Cr, характеризуются выборки, составленные по участкам ПП-1 (паромный комплекс) (61,0; и 57,0 соответственно) и ПП-2 (сад) (56,0 и 87,0), а также к содержанию Co на ПП-2 и ПП-5 (51,0 и 57,0) и Cu на ПП-4 (маяк) (51,0 и 53,0), а также Cd на ПП-6 (впадина) (60,0 и 59,0) рисунок 4.7.5.



Рисунок 4.7.5 – Показатели СПЗ (Z_c) почв ТМ и мышьяком

Таблица 4.7.2 Среднее содержание ТМ и мышьяка для слоя 0-20

| Тяжелые металлы и металлоид | Мыс. Песчаный. Пробные площадки. | | | | | | | Kruskal-Wallis ANOVA |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|----------------------|
| | Mean \pm SD | | | | | | | |
| | ПП-1 (n = 2) | ПП-2 (n = 2) | ПП-3 (n = 2) | ПП-4 (n = 2) | ПП-5 (n = 2) | ПП-6 (n = 2) | Среднее (n = 6) | |
| Cu | 8,4 \pm 0,77 | 17,8 \pm 0,82 | 8,7 \pm 0,84 | 21,4 \pm 0,01 | 9,6 \pm 0,64 | 9,68 \pm 0,6 | 13,2 \pm 6,05 | 0,04 |
| Pb | 9,85 \pm 0,77 | 10,0 \pm 0,03 | 8,07 \pm 0,2 | 9,42 \pm 0,13 | 9,8 \pm 0,3 | 14,5 \pm 0,4 | 9,4 \pm 0,84 | 0,57 |
| Cd | 0,9 \pm 0,1 | 0,16 \pm 0,02 | 1,15 \pm 0,07 | 0,69 \pm 0,01 | 0,3 \pm 0,12 | 2,2 \pm 0,01 | 0,6 \pm 0,52 | 0,03 |
| Zn | 13,04 \pm 0,02 | 12,02 \pm 0,1 | 14,2 \pm 0,4 | 12,8 \pm 0,09 | 14 \pm 0,8 | 15 \pm 0,3 | 13,2 \pm 0,94 | 0,83 |
| Ni | 3,51 \pm 0,7 | 9,06 \pm 0,001 | 4,61 \pm 0,7 | 7,12 \pm 1,3 | 7,11 \pm 2,8 | 8,2 \pm 0,002 | 6,3 \pm 2,34 | 0,91 |
| As | 20,8 \pm 0,7 | 12,2 \pm 0,07 | 5,32 \pm 0,6 | 15,3 \pm 0,03 | 10,9 \pm 0,1 | 9,04 \pm 0,16 | 13 \pm 5,7 | 0,02 |
| Cr ⁶⁺ | 0,12 \pm 0,001 | 0,42 \pm 0,01 | 0,03 \pm 0,002 | 0,03 \pm 0,009 | 0,4 \pm 0,06 | 0,01 \pm 0,001 | 0,2 \pm 0,19 | 0,01 |
| Co | 3,08 \pm 0,09 | 8 \pm 0,2 | 4,01 \pm 0,05 | 3,75 \pm 0,3 | 9,42 \pm 0,6 | 2,85 \pm 0,3 | 5,65 \pm 2,86 | 0,04 |

Участок ПП-6 возле впадины Ашисор характеризуется наименьшими ранговыми суммами по As и Cr (28,3; 21,7). Почвы пробных площадок значительно отличаются друг от друга по содержанию As, Cr, Cd, Cu и Co [34].

При оценке содержания тяжелых металлов и общих углеводов в почвах в качестве критериев оценки были приняты величины предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в почвах. Оценка элементов (Ba; Cr;), на которые ПДК в Республике Казахстан не установлены, производится по среднему содержанию вещества в почвах - кларку по А.П. Виноградову.

Результаты расчетов, показывают, комплексный показатель суммарного загрязнения Ю.Н. Водяницкого дает возможность учета всех параметров и получение конкретных результатов. Превышение допустимого значения СПЗ, по шкале Ю.Е. Саета, согласно расчетов наблюдается только на ПП-2, $Z_{CT} = 16,5$ категория загрязнения умеренно-опасная рисунок 4.7.6. Таким образом, на других ПП не выявлено загрязнения почв ТМ, их содержание характеризуется фоновыми значениями, то есть данными по почвам Каракия-Каракольского государственного природного заказника.

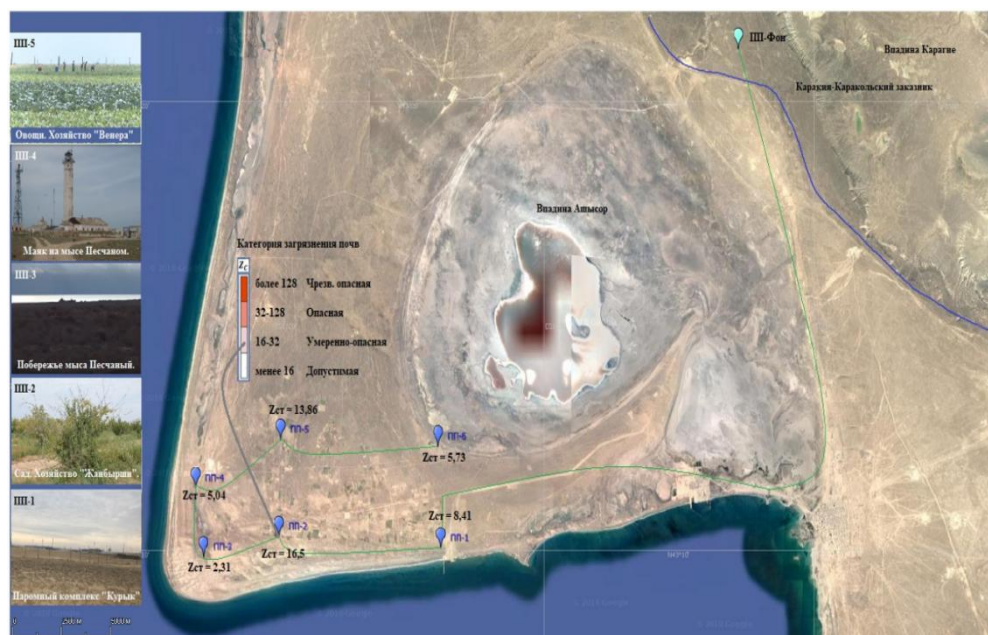


Рисунок 4.7.6 – Карта-схема района исследований (SAS Planet)

4.8 Ожидаемое воздействие на почвенный покров планируемых морских нефтяных операций; результаты исследований почв осенью 2019г. И их сравнительный анализ с литературными и архивными данными

Факторы воздействия на почвы объединяются в две группы: физические и химические. Физических факторы в большей степени характеризуются механическим воздействием на почвенный покров. К химическим факторам воздействия можно отнести: привнос загрязняющих веществ в почвенный покров с выбросами в атмосферу, со сточными водами, бытовыми и производственными отходами, при аварийных (случайных) разливах ГСМ. Осуществление проектируемых работ морских нефтяных операций, несомненно, приведет к деградации почв в виде нарушений почвенного покрова территорий, где будет проезжать автотехника, занятая при проведении работ, а также перемещение довольно больших количеств грунтов при подготовке площадки под строительство наземных объектов судовой верфи с сухим доком. Транспортный тип воздействия будет выражаться не только в создании многочисленных дорожных путей, но и в загрязнении экосистем токсикантами, поступающими с выхлопными газами, а также при возможных проливах ГСМ [35-38].

Большая часть почв территории по своим физико-химическим свойствам обладает слабой устойчивостью к антропогенным нагрузкам, поскольку они не имеют плотного дернового горизонта, их поверхность слабо защищена растительностью, и поэтому они легко податливы к внешним физическим воздействиям. Одним из видов возможного негативного воздействия на почвенный покров может быть неправильное обращение с образующимися на стадии эксплуатации отходами. При оценке содержания тяжелых металлов и общих углеводов в почвах в качестве критериев оценки были приняты величины предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ

в почвах. Оценка элементов (Ba; Cr;), на которые ПДК в Республике Казахстан не установлены, производится по среднему содержанию вещества в почвах - кларку по А.П. Виноградову. Исследования в прибрежной части показали, что почвенный покров месторождений Каражанбас, Каламкас и Арман представлен молодыми засоленными почвами гидроморфного ряда, нередко сильно трансформированными под влиянием антропогенной деятельности. Трансформация земель в основном связана с нефтедобычей.

За период исследований по большинству из определяемых тяжелых металлов превышения предельно допустимых уровней не выявлено. В почвах, практически, на всех месторождениях наблюдается превышение предельно допустимых концентраций по мышьяку и кларка по бария. Учитывая то, что на фоновых площадках содержание мышьяка также превышает ПДК, можно утверждать, что повышенное содержание мышьяка связано с естественными процессами накопления и миграции веществ в морских осадках и является региональной особенностью данной территории. Повышенное содержание бария в почвах может быть связано с попаданием на поверхность почв подземных вод при нефтедобыче и с испарением жестких грунтовых вод в естественных условиях. За период наблюдений тенденции к накоплению тяжелых металлов на основной части обследованной территории в почвах не выявлено. Распределение общих углеводородов в почвах обследованной территории неоднородное. Визуально на месторождениях выявлены локальные участки с историческим нефтяным загрязнением. Аналитически превышения содержания нефтепродуктов выявлены на СЭП-11 месторождения Каламкас. По результатам наблюдений в 2013-2014 и 2018-2019 г.г. за состоянием почвенного покрова можно сделать вывод, что за этот период ухудшения экологического состояния почв прибрежной зоны Каспийского моря в районах размещения нефтяных промыслов Каламкас, Арман и Каражанбас не произошло.

5.1 Донные отложения северо-восточного и среднего Каспия

Необходимо отметить, что в наших исследованиях рассматривается район северо-восточного Каспия в пределах Мангистауской области. В этой связи, данные будут представлены в основном относительно северо-восточной части Каспийского моря.

Характерная особенность Каспийского моря – это его питание, как за счет гумидных, так и аридных областей. С севера море расположено в основном в пределах большой плоской и слабо расчлененной аллювиальной равнины и включает в себя бассейны рек Волги, Урала, Эмбы. Волга основная питающая артерия Каспийского моря. Западная часть Каспия изрезана реками, дренирующими горную часть Кавказа. Восточная часть – это бессточная область, полностью занятая пустынями. Аридные области восточного района (полуостров Бузачи) являются источниками эолового материала (аэрозолей) [39,40].

Для всей северной части моря типичен эрозионный рельеф, который постепенно выравнивается осадконакоплением. Северному Каспию (СК) свойственно образование сезонного ледового покрова, сгонно-нагонные явления, малый теплозапас, изменчивый солевой режим, а также высокая степень перенасыщения карбонатами. Замкнутость водоема, поступление большого количества терригенных веществ, изменяющиеся гидрологический и гидрохимический режимы делают Каспий, интересным объектом исследований при выяснении закономерностей современного осадконакопления. Донные отложения (осадки) (ДО), являются весьма важным компонентом геосистемы морей. Изучение состава современных донных осадков, это одно из приоритетных направлений в исследовании процессов осадконакопления моря. Минералогические исследования характеризующие вещественный состав осадков дна, дают возможность выяснить особенности распределения минеральных видов по всей площади бассейна. Это позволяет выделить терригенно-минералогические провинции и установить их связь с основными источниками поступления обломочного материала, а также определить влияние гидродинамического режима моря. Наибольший вклад в познание закономерностей осадконакопления Каспийского моря внесли В.П. Батулин, С.В. Бруевич и Н.М. Страхов (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва) [41].

Так, Н.М. Страхов, опираясь на исследования предшественников, дал анализ осадконакопления Каспия и продвинул геохимические исследования. Отдельного упоминания заслуживает Ю.П. Хрусталева и И.В. Козина, которые очень подробно изучили Северный Каспий и его современное осадконакопление. Одним из результатов работы стала карта с результатами концентраций выхода тяжелой подфракции донных осадков. Так, в Северном Каспии концентрация выхода тяжелой подфракции, наиболее высокая и составляет более 2%, при этом в глубоководной части Среднего и Южного

Каспия – менее 1%. Максимальные концентрации выхода тяжелой фракции присущи пескам, средние – алевритам, а минимальные пелитовым илам [42].

Алевритовую фракцию современных отложений образуют минеральные компоненты двух групп: терригенные и аутигенные. Терригенные (отложения) минералы (продукты размыва суши, взвешенные привносы рек и абразив как результат разрушения берегов), составляют основу алевритовой фракции и представлены более чем 30 компонентами. Среди аутигенных минералов выделены пирит, гипс и карбонат кальция. Основная масса алевритовой фракции, сложена карбонатом и слюдами, и в меньшей степени кварцем. При этом матовые зерна кварца характеризуются хорошей окатанностью, которая больше нигде не встречается. Это указывает на долгий и дальний перенос материала. Минеральное питание зоны северо-восточного Каспия осуществляется за счет эолового переноса материала с полуострова Бузачи. Еще одним источником поступления терригенного материала является абразия береговых отложений, а также перенос материала из южной части моря течением. Специфической особенностью многих минеральных зерен тяжелой фракции рассматриваемой зоны является полное обрастание их аутигенным кальцитом, что характерно для аридных условий. В исследованиях Козиной Н.В, отмечено, что область высоких концентраций пелитовой фракции расположена в уральской бороздине. Значительные концентрации пелитовой фракции встречены в осадках Мангышлакского залива (Хрусталева, 1983). Средняя концентрация взвесей в водах Северного Каспия составляет 46,5 мг/л. Взвешенные вещества поступают с речным стоком [43].

Считается, что в Северный Каспий, с речным стоком ориентировочно поступает 13 млн. тонн взвешенных веществ (в основном пелитовой и алевритовой фракций). Более мощным источником взвешенных веществ является эоловый вынос, в составе которого преобладает мелкий песок и алеврит (Каспийское море, 1989). Довольно мощным источником пелитоморфной взвеси является хемогенное образование кальцита (около 7 млн. тонн взвеси в год). Считается, что свой вклад в дополнительное образование взвешенных веществ вносит абразия берегов, но в литературе отсутствуют сведения по этому поводу. Тем, не менее, еще одним источником взвесей является водозащитная дамба на месторождении Каламкас, из известняка-ракушечника.

Наиболее мощным источником поступления взвеси в воду является взмучивание донных отложений. При штормовых ветрах взмучивание ДО наблюдается по всей акватории Северного Каспия, за исключением глубоководного склона Мангышлакского порога. Наиболее активно этот процесс протекает на склоне морского бара (глубина 2-3 м) устьевого взморья р. Волги, и в северо-восточной части, где толщина взмучиваемого слоя достигает 3 см. Так, с учетом повторяемости штормовых ветров, в безледный период толщина перерабатываемых волнением ДО взвеси здесь составляет 30 см.

Этот обуславливает процесс обновления взвеси содержащейся в воде Северного Каспия (каждые 3-4 часа), за счет ее сноса течением в более

глубоководную часть моря, при сгонно-нагонных явлениях. Так, поступление взвеси из внешних источников в северо-восточную часть Каспий уравнивается удалением в Средний Каспий [44].

Прозрачность в восточной части с глубиной около 2 м, меньше прозрачности в западной при глубине (8-10 м). Это обусловлено, как отмечено глубиной и в основном осаждением карбонатов, которые в нашей восточной части могут составлять до 90% взвеси. Это также согласуется с данными В.П. Батурина, М.В. Кленовой., А.Ф. Носова, С.Г. Саркисяна о распределении карбонатов в Каспийском море.

Таким образом, можно, утверждать о некоторой сбалансированности процессов поступления и выноса терригенной взвеси. Это подтверждается тем, что в современных осадках Северного Каспия, сложенных в основном ракушей и песком доминирует автохтонная биогенная составляющая. Гидрологические условия в северо-восточной части Каспия благоприятствуют взмучиванию и переносу осадков в среднюю и южную части (Каспийское море, 1989). Преобладающим типом современных донных отложений северной части Каспийского моря является алевроит (песчаный ил, ил).

При этом, во всех поверхностных донных отложениях имеется примесь как битой так и целой ракуши. Исследователи считают, что основной причиной такого разрушения раковин погибших моллюсков является морское волнение.

Согласно совместных с Институтом океанологии имени П.П. Ширшова, РАН РФ (руководитель экспедиции д.г.н., член-корр. РАН, Завьялов П.О), исследований в период 23-27 апреля 2018 года, было установлено, что во всех пробах поверхностных донных осадков, имеется примесь битой и целой ракуши. На некоторых участках она является составной частью донных осадков [45]. Камеральная обработка проб донных отложений проводилась в г. Москве в Лаборатории экологии прибрежных донных сообществ ИО РАН. Исследованиями установлено, что крупные амфороиды (диатомеи) населяли поверхность ракушек и песчинок, которые образовались вследствие дробления ракуши. А навикулоиды и ницшиоиды, в свою очередь населяли интерстициальные пространства между мелкими песчинками и раковинками.

Особенно высокими показателями среднего числа видов (в пересчёте на одну станцию) по изученному участку отличались интросаммические подвижные крупные навикулоиды, эпипсаммические малоподвижные крупные амфороиды, а также интросаммические подвижные крупные ницшиоиды и среднеразмерные навикулоиды. Это свидетельствует о том, что на большинстве станций эти группы включали большое количество видов и, по сути, образовали костяк донной диатомовой флоры участка. Среднее качественное сходство сообществ на станциях, располагавшихся в диапазоне глубин от 3 м до 16,5 м, составило 84,3% (согласно индексу Сьеренсена); среднее количественное сходство – 71,1%.

Это означает, что в данной области глубин сублиторали района исследований мы имеем дело, с одним широко распространённым ценозом,

представленным в разных вариантах, в зависимости от локальных условий местообитаний.

Среди наиболее характерных для района исследований видов – из числа обитавших на поверхности ракушек и песчинок - были *Amphora eximia*, *A. pediculus*, *A. helenensis*, *A. staurophora*, *A. aff. marina* и *A. ovalis*, а также *Halamphora luciae*, *H. abuensis*, *H. exigua*, *H. eunotia* и *H. turgida*. На рисунке 5.1-1, показаны живые диатомеи, колонизировавшие поверхность раковин и песчинок в поверхностных донных осадках.

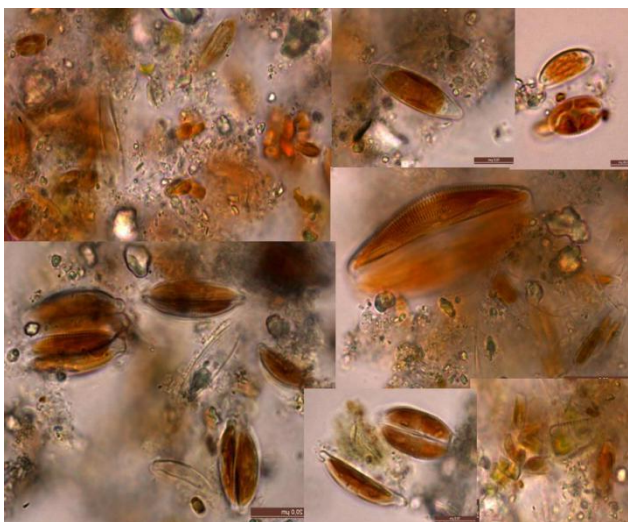


Рисунок 5.1.1 - Эпипсаммические виды диатомей, колонизировавшие поверхности ракушек и песчинок из верхнего слоя сублиторальных донных отложений

Разнообразие таксоценов, оцененное с помощью индекса Шеннона-Уивера (H') колебалось на полигоне в пределах от 3,552 до 3,983, в среднем составляя 3,802 – все эти показатели соответствуют высокому уровню разнообразия диатомей в структуре сообществ. Выравненность обилий видов (эквигильность видовой структуры, демонстрирующая роль доминантов на фоне обилий прочих видов) была рассчитана по индексам Пилоу (J') и вероятности межвидовых встреч (PIE) [46].

Значения J' менялись в пределах 0,861-0,947, при среднем 0,892; значения PIE – от 0,958 до 0,973, при среднем 0,968. В обоих случаях показатели выравненности свидетельствовали в пользу отсутствия в сообществах ярко выраженных доминантов, что также, как и высокие значения индекса разнообразия, свидетельствует об устойчивости изученных микрофитных ценозов.

5.2 Геоморфология морского дна

Общие черты рельефа дна Казахстанского сектора Каспийского моря отражают крупные геотектонические структуры региона, которые

предопределяют его деление на Северный и Средний Каспий, разобщенные Мангыстауским порогом [47]. Северная часть территории Мангыстауской области относится к Прикаспийской впадине допалеозойской Русской платформы и тесно взаимосвязана с геологическим и геоморфологическим строением прилегающей суши. Первичные неровности, созданные солянокупольной тектоникой, выполаживаются за счет абразионно-аккумулятивной деятельности течений, волнений и сгонно-нагонных явлений. Шельф Северного Каспия характеризуется в целом пологим наклоном и слабой расчлененностью, максимальные глубины не превышают 10 м. Выделяется несколько типов подводной аккумулятивной равнины:

- морская, созданная течениями и волнениями;
- комплексного происхождения с островами и отмелями;
- наклонная подводного берегового склона.

Существенно влияют на развитие рельефа низменных побережий Северного Каспия сгонно-нагонные явления. В начале 2000 г, еще недавно сухие соры превратились во влажные, в том числе такие обширные, как Оликолтык и Кайлак.

В пределах морской равнины, созданной течениями и волнениями, развиты крупные аккумулятивные формы: - отмели, валы, бары, банки, особенно в восточной части. Особенностью геоморфологического строения Северного Каспия являются выраженные в рельефе впадины эрозионно-тектонического происхождения – Уральская и Мангыстауская бороздины [48]. Мангыстайский порог представлен в рельефе группой отмелей и аккумулятивных островов, расположенных на продолжении полуострова Тупкараган Мангыстауской области.

Шельф Среднего Каспия (шириной – 60 км, при протяженности береговой линии 515 км, площади – 31 км³) формировался на протяжении неоген-четвертичного времени в условиях довольно активных тектонических движений. Общие его уклоны составляют 0,001-0,003, что на порядок превышает уклоны шельфа Северного Каспия.

В рельефе шельфа Среднего Каспия выделяется равнина не волновой аккумуляции, обрамленная узкой полосой подводного берегового склона. Углы наклона подводного берегового склона значительно круче, чем на мелководном шельфе Северного Каспия [49]. Склон характеризуется относительно расчлененным рельефом. Основными рельефообразующими процессами являются процессы денудационно-абразивного выравнивания. Мощность четвертичных отложений незначительна, залегают они фрагментарно на глинах неогена. Для выделения районов Северного и Среднего Каспия и профиля дна, составлена схема-карта, с нанесением линий А-В (авандельта р. Волга - мыс. Тупкараган) и С-Д (о. Чечень - м.Тупкараган) (рис. 5.2.1)

Рельеф северной части Каспия – мелководная волнистая равнина. По особенностям рельефа дна в рассматриваемой части Каспийского моря можно выделить следующие геоморфологические районы, по которым и будет вестись дальнейшее описание рельефа морского дна Каспийского моря [50]:

- Район Северного Каспия, расположенный к северу от линии о. Чечень (43°57'58,60" с.ш, 47°44'59,06" в.д) – мыс. Тупкараган (44°35'36" с.ш, 50°16'5" в.д) , которая является условной границей между северной и средней частями Каспия (рис. 5.2.2а);

- Район Мангышлакского порога, который является природной границей между северной и средней частями Каспийского моря.

Северный Каспий характеризуется глубинами в интервале 1-6 м, и представляет собой наиболее выровненную и полого наклонённую равнину ступенчатого строения со спуском к середине моря по линии А-В, с протяженностью 200 км.

Рельеф дна в сторону полуострова Бузачи гораздо пологий и вместе с тем наблюдается резкое падение к центру этой линии, что обуславливает подверженность этого участка моря риску затопления при нагонно-сгонных явлениях (рис. 5.2.2б).

Этот район можно рассматривать как затопленную часть Прикаспийской низменности. Максимальная глубина не более 26 м, а 70% морского дна заняты глубинами 6 м. Так, в настоящее время еще недавно сухие соры превратились во влажные, в том числе такие обширные как Оликолтык и Кайдак. На противоположной стороне в точке А - самая свежая ступень – а.д Волги – опирается на небольшой свал глубин высотой до 2 м. Минимальные значения отмечены на вершине небольшого валообразного возвышения дна на востоке акватории максимальное в локальной ложбинке на юго-востоке акватории. В общем виде дифференциация глубин дна моря проявляется в диагональном направлении из северо-западного угла акватории в юго-восточный. В северо-западной части глубина моря в пределах 1-6 м, а в юго-восточном направлении глубины морской акватории постепенно увеличиваются [51].

Общая длина линии С-Д, по которой показан профиль дна составляет 150 км. Профиль дна Каспия от мыса Тупкараган до острова Чечень, протяженностью 100 км состоит из валов и баров, с верхом на уровне порядка 6 м., с глубиной их дна на одной прямой, на глубине порядка 10 метров.



Рисунок 5.2.1 – Схема-карта с линиями профилей дна Каспийского моря выполнена в среде (MapInfo Professional. v, 12)
(Кенжетаев Г.Ж., Сырлыбекқызы С., 2014)

На остальных 50 км до острова (Каспийский) Лагань, то есть до точки С, кривая профиля дна моря резко падает от 6 м до 17 метров, от поверхности воды, что является «трамплином» для нагонных вод. Лагань ($45^{\circ}49'16,1''$ с.ш, $48^{\circ}36'12,7''$ в.д) - основана в 1870 году как поселок переселенцев из России на Каспии [52].

В 1944 году при депортации калмыков переименован в Каспийский, с 1963 года город, в 1991 году возвращено название Лагань. Каспийское море за это время отступило, и город сейчас находится в 9 км от берега.

Подъем уровня с 1978 по 1995 год оказался не только неожиданным, но и привел к еще большим негативным последствиям [53]. В зоне затопления и подтопления оказались значительные территории, особенно в северной (равнинной) части Дагестана, в Калмыкии, Астраханской области. От подъема уровня оказались затопленными и пострадали города Дербент, Каспийск, Махачкала, Сулак, Каспийский (Лагань) и десятки других более мелких населенных пунктов.

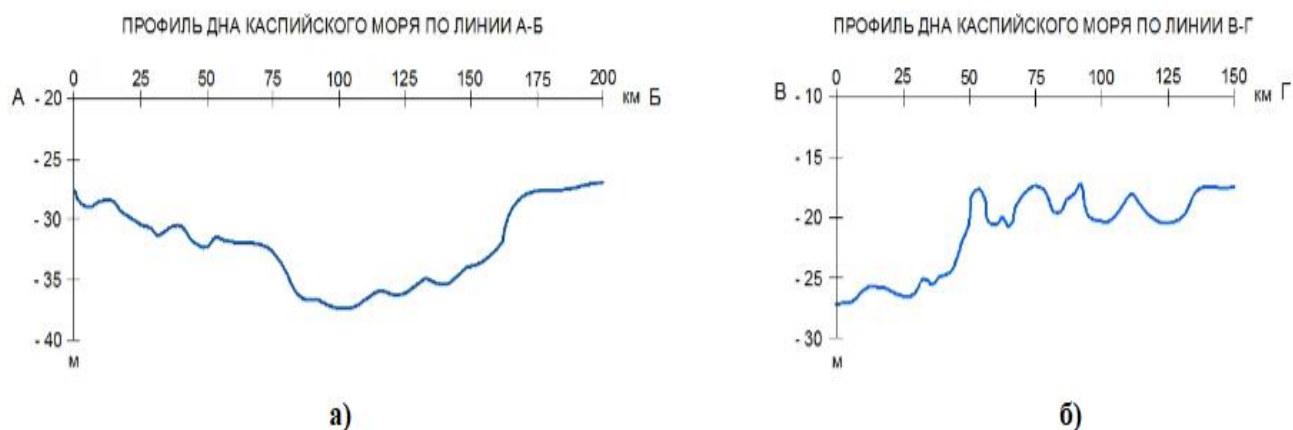


Рисунок 5.2.2 – Профили дна Каспийского моря (Атлас Мангистау, 2009)

В нашей Казахстанской части Каспийского моря, то в зоне подтопления в пределах полуострова Бузачи, расположены действующие нефтегазовые месторождения Комсомольское, Каламкас, Каражанбас, Арман, которые обвалованы дамбами, в основном из местных грунтов, характеризующихся высокой проницаемостью и подверженностью к абразионным и эрозионным процессам. Из селитебных объектов опасности подтопления наиболее подвержены п.г.т. Баутино, г. Форт-Шевченко а также частично областной центр Мангистауской области г. Актау. В этой связи проблема загрязнения вод и почв нефтепродуктами является очень актуальной для прибрежной зоны Каспия, в которой находятся затопленные скважины [54]. Непостоянство уровня моря поставило много вопросов, важнейшим из которых является восстановление и поддержание рыбохозяйственного значения Каспия. Для их решения было необходимо выяснить причины снижения уровня моря, изучить его водный баланс.

5.3 Условия образования донных отложений

Для выяснения условия образования и накопления донных отложений Каспия и связанного с ним характера осадков, необходимо знание источников обеспечивающих накопление (формирование) морских осадков, а также те участки суши, которые были залиты морем. При изучении древнего осадконакопления, процессы, происходящие в море, могут быть восстановлены только косвенным путем.

При этом местоположение областей питания устанавливаются предположительно, так как с течением времени, эта система или схема формирования осадочных отложений меняется. Так, на всех древних картах видно, что Каспийское море имело систему полноводных рек, впадающих в него по всему периметру. В настоящее время, основная река, впадающая в Каспий – это Волга. При таком количестве рек в прошлом, это должен быть густонаселенный, благодатный край [55].

Что касается, участков залитых морем, которые сформировали дно Каспия, в аридной части суши, можно сослаться на исследования русского ученого П.С. Палласа. Академик Паллас П.С, посетив низменные плоские берега Северного Каспия, писал, что прикаспийские степи, особенно в восточной части, до сих пор находятся в таком состоянии, как будто они совсем недавно вышли из-под воды. В настоящее время это выровненные обширные прибрежные пространства, с песчано-глинистыми почвами вперемежку с ракушей и бесчисленными солончаками. Только Каспийское море могло заливать эти степи. В этой связи, основными компонентами, слагающими современные донные Каспийского моря, являются терригенный материал вносимый реками и карбонат кальция (хемогенный и биогенный).

Современные донные отложения широко распространены по площади акватории Каспийского моря и имеют разную литологическую характеристику в разных частях моря (Лебедев и др., 1973; Каспийское море..... 1989; Хрусталеv, 1989 и др). Интенсивность осадконакопления в Северном Каспии связана с местоположением основных источников питания, биологической продуктивностью, гидродинамическими условиями, морфологией дна и осаждением карбоната кальция [56].

Химический состав ДО в первую очередь определяется поступлением седиментационного материала. Седиментационный материал по условиям образования разделяется на аллохтонный и автохтонный (Ю. П. Хрусталеv, 1978). Аллохтонные - выносы рек в растворённом, взвешенном и влекомом состоянии, а также эоловые наносы. Со стоком впадающих в Северный Каспий рек Волга, Урал, Терек выносятся взвешенные вещества и большое количество химических элементов в растворённом состоянии, активно участвующих в образовании ДО (Ю.П. Хрусталеv, 1978).

Вынос питательных солей в море зависит от величины стока. На формирование осадков Северного Каспия, выносы реки Терек не оказывают существенного влияния. Так, большая часть выноса осажается на участке Аграханского залива [57]. Оставшаяся часть выносятся в Средний Каспий. Большая часть привнесённого Волгой терригенного материала за счет снижения скорости стоковых течений переходит в осадок в преддельтовой области (М. В. Кленова, 1948). При этом, грубые взвеси оседают, коагулируя в контакте с морской водой. Наиболее активно процесс коагуляции происходит в диапазоне солёности 2–6 ‰. В удалённые районы выносятся терригенные взвеси диаметром менее 0,01 мм (Хрусталеv, 1978) [58].

Важная роль в образовании осадков на СК принадлежит поступлению осадочного материала эолового происхождения (С. В. Бруевич, М. Н. Гудков, 1954). Автохтонные источники поступления осадочного материала – это хемогенное образование минералов, остатки планктонных и бентосных организмов. Пересыщение вод Каспийского моря карбонатами, также повышенные значения рН способствуют интенсивному выпадению карбонатов в осадок (М. В. Кленова, 2005).

Для минеральной составляющей характерно высокое содержание карбоната кальция. Основа органической части - детрит, доля неразложившегося планктона незначительна. Легкогидролизуемая фракция в виде свежей органики а также частицы планктогенного детрита имеет автохтонное происхождение. Труднорастворимые компоненты (органоминеральные агрегаты) – частицы аллохтонного генезиса. Взвеси Северного Каспия характеризуются высоким содержанием органического углерода. Наибольшую долю органических взвешенных веществ составляют липиды, что свидетельствует об автохтонном происхождении основной части взвеси.

В Северном Каспии в условиях малых глубин, высокой активности волнения и развитой системой сгонно-нагонных явлений происходит взмучивание поверхностного слоя ДО с переходом терригенного материала во взвешенное состояние [59].

Взвешенные частицы могут в течение нескольких лет находиться в водной толще, где взвеси в значительной мере трансформируются, минерализуются, подвергаются воздействию биоса (Ю. П. Хрусталева, 1978). Каспийскому морю свойственна локализация абсолютных масс осадочного материала, присущая морским водоёмам котловинного типа, т. е. максимальные скопления приурочены к мелководным зонам, минимальные – к глубоководным впадинам [60].

Граница между восточной и западной частями Северного Каспия характеризуется высокой интенсивностью осадконакопления. Приподнятость дна на этом участке служит своеобразным морфологическим барьером для осаждения терригенного материала, транспортируемого при различных гидродинамических условиях из восточной половины в западную или наоборот. Высокая продуктивность моллюсков в данном районе благоприятствует накоплению ракушки и детрита

Тип грунтов может изменяться в сторону укрупнения-измельчения, что заметно при изменении уровня моря. В морских грунтах непрерывно протекают процессы окисления и восстановления. Свободный кислород, создавая окислительную среду, минерализует комплексы органического вещества. При недостатке кислорода образуются продукты неполного окисления [61]. При полном недостатке кислорода в осадках, в условиях восстановительной среды, процессы окисления идут за счет связанного кислорода. В верхнем слое осадка вещества участвуют в обмене с придонным слоем воды (Л. Л. Россолимо, 1977). Под верхним окисленным слоем осадка залегает восстановленный слой (М. В. Кленова, 1948 а). В более глубоких слоях процессы распада замедлены. Вещества выходят из обмена, стабилизируются и видоизменяются в процессе диагенеза (Т. А. Хачатурова, 1974).

В виде вывода краткой характеристики условий современного образования донных осадков Северного Каспия, следует еще раз подчеркнуть, что основными факторами, влияющими на состав и свойства ДО, являются геологическое строение и рельеф дна и берегов, а также гидрологический режим моря [62,63]. Причем, в различных частях Каспия, эти условия могут

быть весьма различны, что может привести к существенным изменениям в гранулометрическом, минералогическом и химическом составе осадков.

Эти изменения могут проходить, на весьма небольших расстояниях. Возможность таких изменений необходимо учитывать при необходимости восстановления условий осадконакопления, то есть при реконструкции палеогеографических условий образования древних осадочных пород.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований, связанных с антропогенным влиянием деятельности на прибрежные зоны Каспийского моря получены следующие научно обоснованные результаты:

1. Выявлены закономерности, подтверждающие общую глубинную природу тех и других явлений. На основе анализа особенностей строения и динамики литосферы, изучения тонкой структуры региональной сейсмичности и современных тектонических движений, автором предложена сейсмогеодинамическая модель Каспийского региона, согласно которой сейсмической активизации предшествует изгиб дна Южно-Каспийской впадины и появление "избытка" воды в море. И, наоборот, после крупных землетрясений и погружения соответствующих участков земной коры в зоне субдукции Центрального Каспия следует общий спад его водной поверхности.

2. Показано, что бассейн Каспийского моря, будучи изолированным от мирового океана, чувствительно реагирует на малейшие региональные и локальные геодинамические деформации, являясь своеобразным индикатором сейсмогеодинамических процессов.

3. Выполнен и обоснован анализ трех 17 – летних периодов снижения и повышения уровня в Казахстанской части Каспийского моря. Дана оценка влияния периодов колебания уровня Каспийского моря на состояние почв прибрежной зоны Каспия в районе нефтяных промыслов, для создания баз данных.

4. Установлено, признаки почвообразовательного процесса не успевают накопиться и закрепиться в конечных продуктах почвообразования, по причине динамичного характера колебаний уровня Каспийского моря, вызванного изменениями гидрологических условий.

5. В исследуемой зоне доминирующими видами являются ксерогалофиты, которые относятся к жизненным формам полукустарничков, полукустарников, кустарничков, травянистых многолетников, а также и однолетников с коротким (эфемеры и эфемероиды) и длительным периодом вегетации.

Воздействие на растительность от нарушения земель можно оценить в пространственном масштабе как локальное, во временном масштабе - как многолетнее и по величине воздействия - как умеренное. В целом, состояние растительности на обследованных площадках неоднородное.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Природная биологическая регуляция окружающей среды / Горшков В. Г., Кондратьев К. Я., Лосев К. С. // Журнал экологической химии. - 1994. - т.3. №2.
2. Панасенко Д.Н. Международно-правовой режим экосистемного управления природными ресурсами Каспийского моря: Монография.- Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2007.
3. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шерemet Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. – М.: ИКИ РАН, 2011. – 480 с.
4. Пахомова А. С., Косарев А. Н. Гидрохимические условия и генезис аномально холодных вод у восточного побережья Среднего Каспия // Вопросы теоретической и прикладной химии морей: Сборник научных работ. М.: Наука. – 1972. – С. 73-82.
5. Сапожников В.В. Комплексные экосистемные исследования Каспийского моря на НИС «Медуза» (1996 г.) // Океанология. 1997. Т. 37. № 4. С. 624-627.
6. Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 210 с.
7. Свиточ А. А. Большой Каспий: строение и история развития. М. Изд-во МГУ. 2014. 270 с.
8. Рычагов Г.И. Колебание уровня Каспийского моря: причины, последствия, прогноз // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 2. С. 4–12.
9. Каплин П.А. Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа: Избранные труды.-М.: Географический факультет МГУ, 2010 - 620 с.
3. Кленова М.В. Происхождение рельефа дна Каспийского моря. В кн.: «Тезисы докладов на 4-й конференции по вопросам геоморфологии Закавказья». Ереван, Изд. Акад. наук Арм.ССР, 1952.
2. Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ. 1977. 208 с.
3. Андреев, В.В. Рельеф дна и донные отложения Мангышлакского порога / В. В. Андреев, Т. А. Добрынина, Е. И. Игнатов, Е. Г. Маев // Комплексные исследования Каспийского моря. 1971. Вып. 2. С. 75–90
4. Бадюкова Е.Н., Калашников А.Ю. Зависимость типов берегов и прибрежного эолового рельефа от колебаний, уровня моря (на примере Каспия) // Океанология.-2009. Т.49. №6.- С. 926-933.
5. Варущенко А.Н., Соловьева Г.Д. О генезисе рельефа дна Северного Каспия.// Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы, отд. геол. Т. 71. Вып. 5. 1995. С. 87.
6. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1961. 214 с Каплин П.А., Игнатов Е.И. и др.

7. Геоэкологические изменения при колебаниях уровня Каспийского моря. М. 1997. Вып. 1. Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А. Каспийское море: экстремальные гидрологические события. М.: Наука, 2007. 381 с.
8. Кенжетаев Г.Ж., Сулейменова Н.Ш., Сырлыбекқызы С. Снижения и повышения уровня в Казахстане части Каспийского моря // Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука, образование, инновации». Республика Болгария, г. Шумен, 21-23 мая 2014 г. С. 145-153.
9. «Отчёт об экспедиции в Каспийское море в апреле 2018 г.» ИО РАН, Москва, 2018 г.
10. Кленова М.В. Происхождение рельефа дна Каспийского моря. В кн.: «Тезисы докладов на 4-й конференции по вопросам геоморфологии Закавказья». Ереван, Изд. Акад. наук Арм.ССР, 1952.
11. Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ. 1977. 208 с.
12. Андреев, В.В. Рельеф дна и донные отложения Мангышлакского порога / В. В. Андреев, Т. А. Добрынина, Е. И. Игнатов, Е. Г. Маев // Комплексные исследования Каспийского моря. 1971. Вып. 2. С. 75–90
13. Бадюкова Е.Н., Калашников А.Ю. Зависимость типов берегов и прибрежного эолового рельефа от колебаний, уровня моря (на примере Каспия) // Океанология.-2009. Т.49. №6.- С. 926-933.
14. Варущенко А.Н., Соловьева Г.Д. О генезисе рельефа дна Северного Каспия. // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы, отд. геол. Т. 71. Вып. 5. 1995. С. 87.
15. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1961. 214 с Каплин П.А., Игнатов Е.И. и др.
16. Геоэкологические изменения при колебаниях уровня Каспийского моря. М. 1997. Вып. 1. Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А. Каспийское море: экстремальные гидрологические события. М.: Наука, 2007. 381 с.
17. Кенжетаев Г.Ж., Сулейменова Н.Ш., Сырлыбекқызы С. Снижения и повышения уровня в Казахстане части Каспийского моря // Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука, образование, инновации». Республика Болгария, г. Шумен, 21-23 мая 2014 г. С. 145-153.
18. «Отчёт об экспедиции «Каспийское море – 2018». Казахстан, г. Актау, 23-27 апреля 2018. // Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН РФ. Начальник экспедиции д.г.н., чл.-корр. РАН П.О. Завьялов. 41 с.
19. Witkowski, A., Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. (2000). Diatom flora of marine coasts I. Iconographia Diatomologica 7: 1-925, 219 pls.
20. Vishnyakov, V.S., M.S.Kulikovskiy, S.I.Genkal, N.I.Dorofeyuk, H.Lange-Bertalot & I.V.Kuznetsova (2014).
21. Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. in Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H.

and Mollenhauer, D. (eds) *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 437 pp.

22.Петров К.М. Фитобентос как индикатор состояния акватории Апшеронского архипелага (Каспийское море) // *Advances in Biology & Earth Sciences* Vol.3, No.2, 2018, pp.140-151.

23.Терзиев Ф. С. (отв. ред.) Проект «МОРЯ». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VI. Каспийское море. Спб.: Гидрометеоиздат. –1992.

24.Beck H. L., De Campo J., Gogolak C. In Situ Ge(Li) and NaI(Tl) Gamma Ray Spectrometry. Health and Safety Laboratory, USAEC Report. HASL 1972. 258 p.

25.Kosarev A.N. Physico-Geographical Conditions of the Caspian Sea // *The Caspian Sea Environment* / Eds. A.G. Kostianoy, A.N. Kosarev. – Hdb. Env. Chem. V. 5. Part P. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2005. – P. 59–81. doi: 10.1007/698_5_002

26.Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) *Süsswasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York. 876 pp.

27.Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. 596 pp.

28Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 576 pp.

29.UNSCEAR (1988). Sources. Effects and Risk of Ionizing Radiation. Annex A: Exposure from Natural Sources of Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United States, New York.

30.Taxonomy and geographical distribution of the diatom genus *Epithemia* Kützing in water bodies of Central Asia. *Biologiya Vnutrennikh Vod*2014(4): 18-31, 6 fig.

Научное издание
Койбакова С.Е.

**Оценка современного состояния биоразнообразия и устойчивости
компонентов прибрежных экосистем при изменении уровня каспийского
моря
монография**

Подписано в печать 27.11.2024
Формат 60×84
Уч.изд.л. 13,9
Тираж 500 экз.