

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 2.1. СОСТАВ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Как показал обзор и анализ литературных и архивных материалов, Анапская пересыпь является чрезвычайно динамичным природным объектом, многие элементы которого изменяются в считанные годы. Целью экспедиционных работ было получение достоверных и актуальных полевых данных о современных процессах, протекающих на южном участке Анапской пересыпи (от устья р. Анапка до пос. Витязево), и данных об особенностях её современного морфологического облика.

Экспедиционные работы в южной части Анапской пересыпи проводились сотрудниками Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в период 2007-2011 гг. Основной объём исследований был выполнен в 2010-2011 гг. Исследования включали следующие полевые и камеральные работы:

- топографо-геодезические работы и построение плана исследуемого участка;
- батиметрическая съемка (до 10 м) и построение батиметрической карты;
- отбор проб донных и пляжевых отложений;
- проведение гранулометрического анализа;
- определение биогенной составляющей в пляжевых и донных отложениях;
- отбор проб зообентоса и определение продуктивности моллюсков;
- маршрутные исследования в зоне пляжа, дюн;
- водолазное обследование дна;
- дешифровку космо- и аэрофотоснимков.

Поскольку изучаемый участок берега (между устьем р. Анапка и пос. Витязево) в целом однотипен и не имеет выраженных ориентиров, при подготовке экспедиционных работ были определены условные границы изучаемых участков. Протяженность участка составляет около 10 км, на береговой линии были выбраны точки, расположенные примерно через 1 км друг от друга (рис. 2.1). Через эти точки были проведены 11 поперечных профилей, по которым проводились как маршрутные наблюдения, так и иные исследования (гранулометрического состава, эоловых процессов, геоботанические и т.п.). К этим же точкам были привязаны и морские исследовательские работы. На местности эти точки определялись с помощью GPS, при проведении маршрутного обследования для характерных точек или при отборе проб также фиксировались географические координаты.

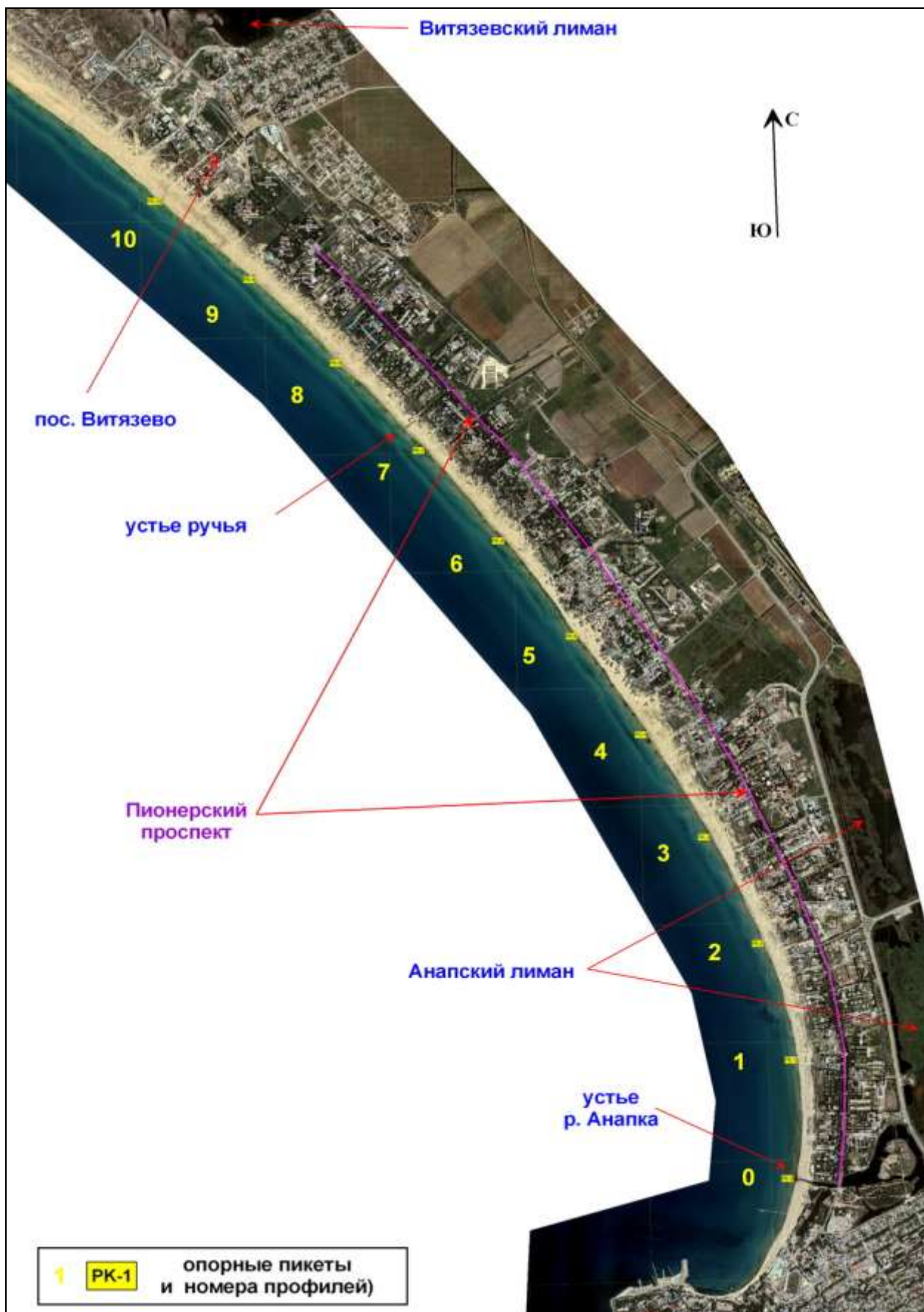


Рисунок 2.1. Ситуационный план (использован снимок с [www.maps.yandex.ru]).

## 2.2. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ И БАТИМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКИ.

В состав топографо-геодезических работ входили топосъёмка надводной части пляжевой полосы от уреза воды до гребня авандюны и мелководной прибрежной части моря до глубины 1 м (в связи с невозможностью производства промеров эхолотом с плавсредств на малых глубинах), протяженностью 10,5 км.

Для проложения теодолитного хода, необходимого для выполнения топографо-геодезических исследований в сухопутной и мелководной частях прибрежной зоны рассматриваемого участка берега, а также для привязки профилей промеров дна, использованы три государственных пункта полигонометрии 4 класса. Все перечисленные пункты имеют координаты в городской (местной) системе и отметки в Балтийской системе высот.

Топографическая съёмка в масштабе 1:5000 и сечением рельефа 0,5 м выполнена методом тахеометрической съёмки (рис. 2.2) в прямоугольной разработке планшетов. Измерения производились электронным тахеометром SET 530 R3.

Высоты пунктов определялись методом геометрического нивелирования. Нивелирный ход был совмещен с теодолитным ходом. Измерения проводились нивелиром «SOKKIA C320» по методике нивелирования 4 класса в прямом и обратном измерении с использованием 4<sup>х</sup>-метровых телескопических реек с уровнями. Общая длина хода составила 11500 м.

Для автоматизированной камеральной обработки геодезических измерений использовалась программа CREDO DAT версия 3.06.

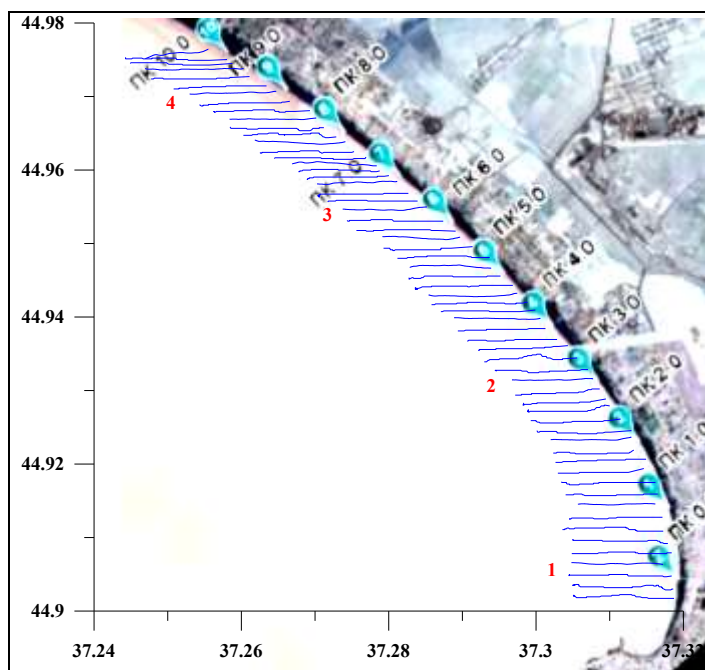


Рисунок 2.2. Проведение полевых топографо-геодезических работ.

Параллельно с выполнением топографо-геодезических работ проводились батиметрические исследования прилегающей акватории. Опорная сеть для промеров глубин была совмещена с планово-высотной сетью, выполняемой для осуществления топографической съемки береговой полосы.

Промеры глубин осуществлялись по профилям до глубины 10 м (рис. 2.3). Использованный для батиметрической съемки промерный гидрографический комплекс состоял из спутникового GPS приемника Crescent R100 с антенной Crescent A100, эхолота профилографа ADCP WorkHorse Rio Grande 600, коммутированных с полевым компьютером Panasonic Touchbook с установленным программным обеспечением для сбора, контроля, накопления и обработки информации (рис. 2.4). Система GPS работала в пространственной прямоугольной геоцентрической системе координат. При осуществлении батиметрических изысканий одновременное количество спутников было не менее 7. Измерения производились с борта маломерного судна “Воронеж-М” с подвесным мотором “Ямаха-15”, обеспечивающим необходимый для измерений малый ход (менее 1,0 м/с).

По результатам работ составлен топографический план прибрежной территории и батиметрический план прибрежной акватории от устья р. Анапка до пос. Витязево в масштабе 1:5000 с сечением рельефа через 1,0 м.



**Рисунок 2.3. Сеть промерных галсов.**



**Рисунок 2.4 Измерительный комплекс для батиметрической съемки**

### **2.3. ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТЛОЖЕНИЙ.**

Отбор проб донных и пляжевых отложений производился по 11 профилям, с шагом 1 км, начиная от устья р. Анапка (рис. 2.1). Помимо этого, были отобраны пробы на отдельных аналогичных профилях на северной части Анапской пересыпи, начиная от пересыпи оз. Соленое.

На каждом профиле отбор проб пляжевых отложений производился в характерных морфологических частях пляжа – в зоне наката волн, на выположенной поверхности пляжа, у подножия авандюны в тыльной части пляжа, на вершине авандюны. Кроме того, пробы отбирались в некоторых характерных участках пляжа и дюнного пояса. В каждой точке отбора фиксировались ее географические координаты. Система позиционирования (GARMIN GPS MAP 76Cx) работала не менее чем с 6-ю навигационными спутниками, точность плановой привязки составляла  $\pm 4$  м. Всего на суше было отобрано 52 пробы.

Пробы донных отложений отобраны на глубинах 2, 5, 7 и 10 м, отбор проб грунта производился водолазами. Всего на дне было отобрано 35 проб. В каждой точке отбора фиксировались ее географические координаты. Система позиционирования (GPSMAP 235 Sounder) работала не менее чем с 4-мя навигационными спутниками с частотой опроса один раз в секунду. Точность плановой привязки в море составляла  $\pm 1,8$  м.

Пробы донных и пляжевых наносов высушивались, взвешивались. Определялся гранулометрический состав проб методом ситового анализа. Принцип ситового анализа весьма несложен и состоит в применении наборов сит с различными размерами отверстий. Благодаря своей доступности, простоте и достаточной надежности метод ситового анализа широко применяется в практике. В лабораторной практике применяются различные типы сит с размерами отверстий от нескольких миллиметров до 70 мк. Возможность применения более тонких сит ограничена, для более мелких фракций используются гидравлический и микроскопический методы анализа [Косьян, Пыхов, 1990]. Для лабораторных определений гранулометрического состава нами использовался ситовый набор СЛМ-200 (рис. 2.5), охватывающий диапазоны размеров ячеек от 0,05 до 5,0 мм с показателем геометрической прогрессии 1,6.

Исходя из поставленных задач, нами выполнен тринадцатифракционный анализ. Выделялись следующие фракции (мм): >5; 5-2,5; 2,5-1,6; 1,6-1,0; 1,0-0,63; 0,63-0,4; 0,4-0,315; 0,315-0,2; 0,2-0,16; 0,16-0,1; 0,1-0,063; 0,063-0,05; <0,05. Полученные в результате рассеивания фракции взвешивались, и на основании полученных результатов составлялась гранулометрическая характеристика пробы.



**Рис. 2.5. Просеивающий сепаратор СПЭ и набор сит СЛМ-200**

#### **2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДОННЫХ И ПЛЯЖЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.**

Для определения количества материала биогенного происхождения в составе пляжевых и донных отложений использовался следующий метод.

Навеска сухого песка просеивалась через сито с ячейкой 1,0 мм. В нашем случае на сите оставалась некоторая часть пробы из цельной и битой ракушки. Компоненты минерального происхождения на сите не оставалось, что легко определялось визуально.

Прошедший сквозь сито песок помещался в химический стакан, в который небольшими порциями, при интенсивном перемешивании, добавлялась 20%-ая соляная кислота. Как мы знаем, ракушки на 100% состоят из  $\text{CaCO}_3$ , поэтому в результате химической реакции у нас получалось следующее:



Углекислый газ выделялся в атмосферу, а вода и соль хлористого кальция оставались в растворе. В осадке оставалась минеральная составляющая пробы. Следует отметить, что кислота добавляется до тех пор, пока полностью не прекращается химическая реакция. Далее проба тщательно промывалась пресной

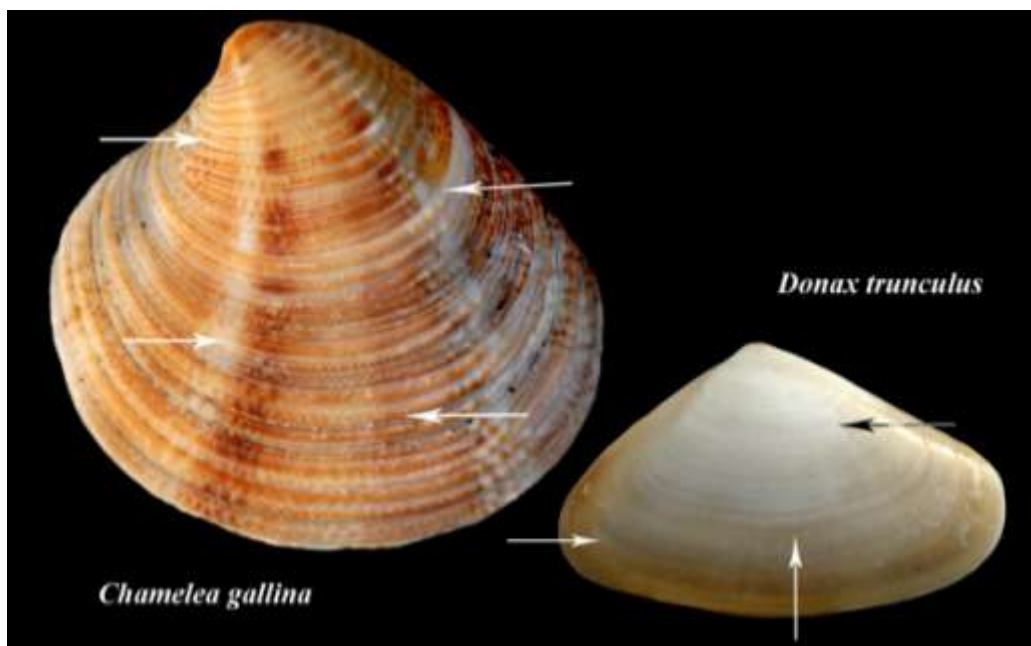
водой и ставилась на просушку. Сухой минеральный остаток взвешивался. Вес органической составляющей пробы равнялся разнице между весом первоначальной пробы и весом минеральной ее составляющей. Все взвешивания производились на весах SHIMADZU UW 4200H с точностью до 0,01 г.

## **2.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗООБЕНТОСА.**

На полигоне было сделано 5 разрезов на расстоянии 2 км друг от друга (совпадающие с принятыми стандартными профилями, рис. 2.1) со станциями на глубинах 2, 5, 7 и 10 м [Косьян, Кучерук, Флинт, 2012]. Для учета двустворок на каждой станции в двух повторностях отбирались пробы грунта с площади 1 м<sup>2</sup>. Водолаз, вооруженный рамкой площадью 1 м<sup>2</sup> и черпаком, спускался под воду и собирал грунт с моллюсками в специально подготовленные пластиковые контейнеры. При этом черпак погружался в грунт на глубину 3 см. Учет численности рапаны производился на тех же глубинах с площади 10 м<sup>2</sup>. В этом случае площадь сбора определяли с помощью каната, которым очерчивали под водой квадрат 10x10 м.

Отобранный донный грунт просеивали в воде через сито с ячейей 5x5 мм и отбирали оставшихся на сите живых двустворок. Животных обсушивали, считали, измеряли длину и ширину створок и взвешивали целиком с точностью до 0,1 г. Для определения процентного соотношения веса раковины и мягкого тела у венерок и донаксов створки 10 разноразмерных экземпляров каждого вида очищали от мягких тканей, обсушивали и взвешивали с точностью до 0,01 г, а затем высчитывали среднее соотношение массы раковины и общей массы тела моллюсков. Возраст двустворчатых моллюсков приблизительно определяли по числу линий нарастания на створках (рис. 2.6.). Раковины рапаны считали, очищали от обрастаний, взвешивали целиком и измеряли высоту раковины и максимальный диаметр. После этого удаляли мягкое тело и взвешивали раковину с точностью до 0,1 г. Возраст рапан определяли по количеству нерестовых меток на раковине [Чухчин, 1961; Косьян, 2010].

Дополнительно были просмотрены выбросы ракуши у уреза воды с целью определения видового состава раковинных моллюсков, участвующих в осадконакоплении.



**Рисунок 2.6. Определение возраста у венерок и донакса.  
Стрелками указаны линии нарастания на раковине**

## **2.6. ПРОВЕДЕНИЕ БЕРЕГОВЫХ МАРШРУТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

В методологическом аспекте береговые маршрутные исследования (БМИ) являлись связующим элементом комплекса исследований. Основными целями проведения БМИ являлись описание современного рельефа и морфологии участка и выявление проявлений литодинамических процессов, протекающих в береговой зоне. Осуществление БМИ базировалось на основе визуального морфометрического описания береговой полосы (включающей зону прибоя, пляж, дюнный пояс) и характеристики параметров и состояния пляжевых отложений. Уделялось внимание фактам и последствиям антропогенного воздействия на изучаемый природный объект.

Общая протяженность береговых маршрутов составила примерно 28 км. Практически по всему участку было проведено двукратное обследование пляжа – при разных погодных условиях (штиль и волнение). На нескольких участках было проведено детальное обследование дюнного пояса.

Важной составляющей маршрутного обследования и последующей обработки его результатов было использование материалов дистанционного зондирования – космических и аэрофотоснимков за период с 1941 г. по настоящее время [Крыленко, Крыленко, 2011б]. Предварительное изучение снимков позволило отобрать для детального обследования наиболее характерные участки. Анализ последовательных



по времени снимков, с привлечением результатов визуального обследования позволил выявить динамику развития различных элементов экосистемы Анапской пересыпи, в том числе степень антропогенного её преобразования [Крыленко, Крыленко, 2011в]. Использовались материалы открытых источников сети Интернет [[www.maps.google.ru](http://www.maps.google.ru); [www.maps.yandex.ru](http://www.maps.yandex.ru); [www.wwii-photos-maps.com](http://www.wwii-photos-maps.com) и др.], архивные материалы ЮО ИО РАН (г. Геленджик), ЦНИИС (г. Сочи).

## **2.7. ВОДОЛАЗНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ДНА.**

Наиболее подробную информацию о распределении грунтов и характере их залегания можно получить при проведении водолазных обследований дна акватории участка исследований, поэтому их проведение было одной из задач экспедиционных работ. По выбранным заранее профилям производилось водолазное обследование дна и описание характера залегания донных осадков. Фиксировалась глубина места по глубиномеру и свойства донного грунта. Обследование донной поверхности производилось на створах отбора проб и осуществлялось каждый раз после взятия пробы путем визуального осмотра прилегающего участка дна площадью до 1000 м<sup>2</sup>.

## **2.8. ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ.**

Проведенные экспедиционные работы, помимо полученных первичных данных по распределению наносов, состоянию тех или иных элементов геосистемы Анапской пересыпи, дали материал, который позволяет сравнивать полученные данные с результатами предшествующих исследований. Появилась возможность оценить не только современное состояние геосистемы, но и проследить тенденции её изменения. Фактически, проведенные исследования можно считать этапом комплексного геоэкологического мониторинга Анапской пересыпи. Наличие нескольких подобных циклов исследований позволили бы получить не только качественные, но и количественные оценки происходящих процессов.