

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе контактная зона «суша-море» рассматривалась как единая геосистема. Поставленные задачи решались посредством комплексного исследования на основе новых данных натуральных наблюдений и анализа архивных материалов. Проведенные экспедиционные работы, помимо полученных первичных данных по состоянию тех или иных элементов геосистемы Анапской пересыпи, позволили сравнить новые данные с результатами предшествующих исследований. Появилась возможность оценить не только текущее состояние геосистемы, но и проследить тенденции изменения важнейших природных процессов, определяющих её трансформацию. В результате обработки и анализа имеющихся данных, в настоящей работе были сделаны следующие выводы:

1. Частицы мельче 0,1 мм практически отсутствуют на сухопутной части пересыпи, но формируют отложения подводного склона, в том числе подводные валы. Частицы мельче 0,063 мм полностью выносятся на глубины более 10 м и безвозвратно покидают литодинамическую систему Анапской пересыпи. Наносы по размеру частиц можно разделить на «морские» и «сухопутные» фракции. Доля частиц размером менее 0,16 мм возрастает в сторону моря, более крупных – в сторону суши.

2. Отмечена тенденция к уменьшению среднего размера частиц донных отложений южной части Анапской пересыпи с течением времени. Этот процесс неизбежно ведет к увеличению выноса мелких частиц на большие глубины, что существенно сказывается на общем балансе наносов.

3. Поступление биогенного (ракушечного) материала в настоящее время играет важнейшую роль в снабжении пляжей Анапской пересыпи крупнозернистыми наносами. С учетом практически полного прекращения поступления таких наносов с северо-запада, для южной части пересыпи биогенный материал (в том числе реликтовый, поступающий при размыве пляжей) является единственным источником пополнения пляжей крупнозернистыми наносами. Вероятно, резкое сокращение численности двустворчатых моллюсков после вселения в Черное море хищного брюхоногого моллюска *Rapana venosa* привело к существенному уменьшению среднего диаметра слагающих пляжи пересыпи наносов и сокращению общего объема наносов волнового поля.

4. Эоловый вывод песка из литодинамической системы пляжа в дюнный пояс незначителен и ограничен малым объемом песка, поступающего на пляж с подводного склона. В настоящее время не наблюдается появление новых дюнных гряд или существенный рост авандюны. Отступление берега приводит к разрушению эоловых форм, их материал вовлекается в волновую переработку. Фактически, почти на всем протяжении рассматриваемого участка авандюна является источником пополнения вдольберегового потока наносов, что существенно снижает риск катастрофического отступления береговой линии даже при экстремальных штормах. В целом, эоловые процессы влияют на плановое положение уреза воды в значительно меньшей степени, нежели гидролитодинамические процессы.

5. Наличие достаточно высокой авандюны и эолового пояса, как и растительности на них, стабилизирует эоловые поперечно-береговые перемещения песка, защищая прибрежную территорию от действия морских ветров и переноса песка, и снижая вынос мелких фракций наносов в море. Нарушение рельефа и, особенно, растительного покрова дюнного пояса может привести к увеличению выноса песка в море и пополнению вдольберегового потока наносов, но ведет к необратимой в существующих условиях деградации дюнного ландшафта.

6. Изменения климатических характеристик, особенно смена направления и интенсивности преобладающих штормов, в значительной степени определяют интенсивность вдольберегового переноса наносов, и параметры воздействующих на пляжи и подводный склон волн. Изменение режима и количества выпадающих атмосферных осадков, хотя и меняет величину эолового обмена между пляжем и эоловым поясом, но в силу незначительности участвующего в данном обмене объема песка, мало влияет на положение береговой линии и общий баланс наносов.

7. Долговременные изменения уровня моря, связанные с тектоническими или глобальными климатическими процессами, в настоящее время практически не оказывают влияния на плановое положение и состояние берега Анапской пересыпи. При этом непериодические колебания уровня, вызванные сгонно-нагонными явлениями и экстремальным штормовым воздействием, в значительной степени определяют интенсивность воздействия морских волн на пляж и авандюну.

8. Только к северу от профиля 3 отмечено отступление линии уреза. Величина этого отступления увеличивается к северу и на некоторых участках составила 80 м с

1941 по 2007 гг. Пропорционально отступанию уреза отступил передний край авандюны, ширина собственно пляжа практически не изменилась.

9. Морфологический облик пляжа практически не изменился. Ширина зоны дюн значительно сократилась, но при этом авандюна на многих участках стала более выраженной в рельефе, что снизило вероятность перехлестывания её волнами. Покрытость дюн растительностью возросла, особенно на южной части исследуемого отрезка пересыпи. Следов ветрового разрушения дюн (без участия человека) в настоящее время практически нет, за исключением переднего края авандюны (при штормах повреждаемого волнами). Зона бугристых песков в тыльной части пересыпи полностью антропогенно преобразована и на баланс наносов влияния не оказывает.

10. Конфигурация системы подводных валов с 1941 г. изменилась незначительно, величина этих изменений сравнима с межгодовой.

В последнее десятилетие существенно возросло значение Анапы как курорта федерального значения. Естественно, возросла интенсивность антропогенного преобразования Анапской пересыпи, особенно её южной части. Это воздействие уже в ближайшее время может привести к возникновению проблем, существенно снижающих рекреационно-хозяйственный потенциал региона или ведущих к разрушению уникальной природной среды. В связи с этим, помимо анализа важнейших природных факторов, определяющих трансформацию Анапской пересыпи, были проанализированы различные аспекты антропогенного воздействия, так или иначе влияющие на ход природных процессов:

1. Хозяйственное освоение Анапской пересыпи, начавшееся чуть более 110 лет назад, до середины XX-го века слабо сказывалось на ландшафтном облике пересыпи. В дальнейшем важнейшие изменения коснулись зоны бугристых песков и дюнного пояса, которые были частично застроены, закреплены растительностью, что существенно изменило объемы и направление эолового переноса песка. Зона пляжа и подводный склон до настоящего времени практически не испытали антропогенного преобразования.

2. Разрушение авандюны при строительстве или прокладке прорезей приводит к деградации естественного рельефа и растительного покрова на гораздо больших по площади смежных участках авандюны.

3. В местах понижений авандюны штормовой заплеск может проникать за линию авандюны и затапливать лежащую за ней территорию, что наблюдалось и в естественном режиме. Произведенное в 1950-60-е годы восстановление и закрепление растительностью авандюны значительно сократило количество и протяженность участков, где было возможно затопление. В настоящее время антропогенное воздействие, выражающееся в прокладке прорезей, разрушении авандюны, изъятии материала дюн вновь снижает устойчивость авандюны к воздействию волн и способствует отступанию берега.

4. Антропогенное загрязнение моря может снизить объём воспроизводства ракушечного материала, играющего в настоящее время важнейшую роль в литодинамическом балансе Анапской пересыпи.

5. Нарушение (прерывание) вдольберегового потока наносов строительством гидротехнических сооружений может привести к кардинальной перестройке всей литодинамической системы пересыпи в целом.

6. Изъятие песчаного материала с подводного склона Анапской пересыпи на глубине, меньшей глубины взаимодействия волны и дна (определить которую можно только путем проведения многолетних прямых измерений и математического моделирования), приведет к разрушению системы подводных валов, усилению волнового воздействия на берег, разрушению и отступанию пляжей и эоловых форм. Изъятие песка на больших глубинах, хоть и не будет прямо воздействовать на гидродинамические параметры прибрежной зоны, но может разрушить местообитания двустворчатых моллюсков, являющихся основным поставщиком материала для формирования пляжей, либо прервать пути поступления биогенного материала в прибрежную зону. В любом случае, загрязнение моря неизбежно ухудшит условия воспроизводства ракушечного материала.

В целом, оценивая значимость природных и антропогенных факторов в современной динамике Анапской пересыпи, можно сделать несколько обобщающих выводов и рекомендаций:

Природные факторы, определившие предыдущую эволюцию аккумулятивного тела Анапской пересыпи, и сейчас определяют его динамику.

Структура баланса наносов, сформированная после стабилизации уровня моря по окончании ледникового периода, в настоящее время существенно изменилась.

После частичного или полного разрушения выступающих мысов (Железный Рог, банка Марии Магдалины, Благовещенский останец), сложенных преимущественно рыхлыми отложениями, поток абразионного материала, питающего литодинамическую систему Анапской пересыпи, ослабел. Прекратился рост эоловых форм. Важнейшим поставщиком материала (особенно крупнозернистого, определяющего устойчивость пляжей, но мало пригодного для формирования эоловых форм) стали выбросы раковинного материала с подводного склона пересыпи.

Некоторое время наблюдалась относительно стабильная ситуация – потеря материала за счет истирания и выноса в глубоководную часть моря компенсировалась поступлением биогенного материала.

После появления в Черном море брюхоногого хищного моллюска рапаны популяции двустворчатых моллюсков в значительной степени были уничтожены. Поступление раковинного материала резко сократилось. На многих участках пересыпи началось отступление берега, сопровождавшееся разрушением дюн, при этом ширина пляжа, определяемая гидродинамическими факторами, оставалась практически прежней. Величина отступления берега, на некоторых участках, за 70 лет составила 80 м. В самой южной части пересыпи, где до этого наблюдалось выдвижение берега, линия уреза стабилизировалась.

Под антропогенным влиянием в южной части пересыпи существенной перестройке подвергся ландшафтно-морфологический облик дюнного пояса и лежащей за ним зоны бугристых песков, но это влияние до настоящего времени не сказывалось на литодинамической системе пересыпи.

Полученные в настоящей работе новые сведения о природных и антропогенных факторах, определяющих динамику и трансформацию южной части Анапской пересыпи, могут служить основой для создания программы комплексного мониторинга всей пересыпи. Результаты работы могут найти практическое применение при создании прогностических моделей эволюции береговых аккумулятивных форм, а также при разработке проектов и региональных программ по освоению прибрежной зоны. Выводы, полученные в настоящем исследовании, могут быть полезны при разработке мероприятий по стабилизации пляжа и песчаных дюн в районе муниципального образования город-курорт Анапа; при разработке документов территориального планирования.