

УДК 528.7:556.54 (282.252.2)

© В.И. Кравцова, Е.Р. Чалова

В.И. Кравцова, Е.Р. Чалова

ЭКОСИСТЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ ХУАНХЭ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Введение. Район и объекты исследований

Река Хуанхэ – одна из крупнейших рек мира – обладает очень большим стоком наносов и, в соответствии с этим, наиболее динамичной дельтой. Начинаясь в восточной части Тибетского нагорья, Хуанхэ протекает по Лессовому плато, эродировав его легко размываемые отложения, пересекает Шаньсийские горы и выходит на Великую Китайскую равнину, большая часть которой и представляет собой гигантский конус выноса Хуанхэ, включая ее древнюю дельту (рис. 1).

Из-за заиливания русла река часто меняет свое направление. В нижнем течении Хуанхэ известны 26 прежних русел, река впадала в Желтое море то севернее, то южнее залива Бохайвань [1, 4] (рис. 2а). Современной дельтой Хуанхэ считают серию дельтовых лопастей, сформировавшихся севернее Шаньдунского полуострова после выхода Хуанхэ в залив Бохайвань в 1855 г. (рис. 2б). История развития этой дельты до 1996 г. подробно рассмотрена в работах [7-8, 10-13]. За это время в пределах дельты речной поток изменял свое направление не менее 11 раз [6]; соответственно возникли 11 новых дельтовых лопастей (рис. 2б). Последними по времени, покинутыми рекой в середине XX века, были направленные на северо-восток и север рукава: Шэньсянгоу, действовавший в 1953-1964 гг., и Дяокоу, действовавший в 1964-1976 гг. Изменение направления этих рукавов вблизи населенного пункта Юйва было преднамеренным, в связи с опасностью наводнений из-за слишком высокого положения русла, обрамленного наносами, относительно окружающих дельтовых равнин [10]. Остатки этих двух рукавов четко прослеживаются в рельефе и гидрографии современной дельты в виде частично сохранившихся русел и стариц. В 1976 г. было предпринято новое изменение направления течения – на восток, и начал функционировать рукав Циншуйгоу. Это вызвало существенные изменения в береговой зоне – размыв и отступление северного берега в районе бывших устьев рукавов Шэньсянгоу и Дяокоу, где прекратился сток и перестали поступать наносы, и быстрое нарастание суши в устье нового

рукава Циншуйгоу, выдвинувшегося к юго-востоку за 20 лет на 20 км, образовав новую дельтовую лопасть, выступившую в море [8]. Такие существенные и стремительные изменения привлекли интерес к дельте, тем более что в начале 1960-х годов здесь было открыто крупное нефтяное месторождение. Китайские специалисты выполнили исследование изменений дельты по 20 космическим снимкам со спутника Ландсат за период 1976-2000 гг. [8]. Ими выявлено, что за это время происходил размыв северного края дельты, определены размеры и темп его отступления, так же как и параметры выдвигания лопасти Циншуйгоу. Однако в 1996 г. был осуществлен новый поворот русла, его направление изменено с юго-восточного на северо-восточное, образовался новый рукав Чахэ; началось формирование нового выступа дельты, а ранее сформированный рукавом Циншуйгоу лопасть начала размываться. В последующие годы разнонаправленные изменения дельты продолжались. На географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова предпринято исследование ее динамики за 20-летний период после образования нового северо-восточного рукава Чахэ. Как и предшествующие, это исследование также выполнено на основе анализа временной серии снимков со спутника Ландсат [2, 3]. Изменения площади образовавшихся дельтовых лопастей предполагается в дальнейшем сопоставить с изменениями показателей стока [5]. В отличие от указанных работ, настоящая статья обращена к экосистемам дельты, различающимся на участках с разной давностью образования суши и ее хозяйственного освоения. Поставлена цель проследить, как меняется характер использования земель дельты в зависимости от возраста территории, времени ее образования в качестве суши. Изменения землепользования рассматриваются в связи как с природной динамикой дельты, так и с антропогенными преобразованиями ее поверхности.

Материалы и методы исследований

Определение возраста территории базируется на карте из Атласа Хуанхэ [1], показывающей грани-

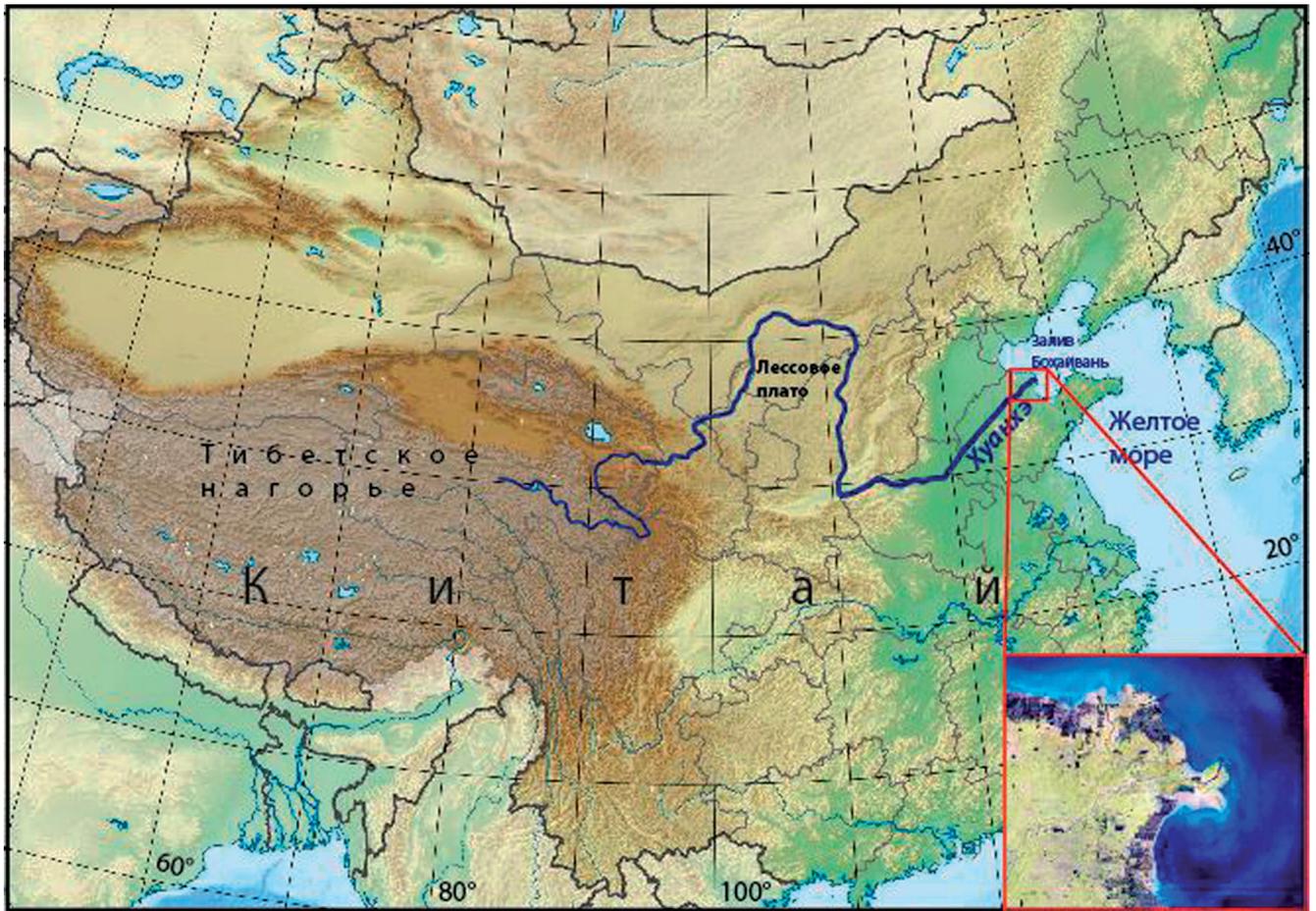


Рис. 1. Район исследований

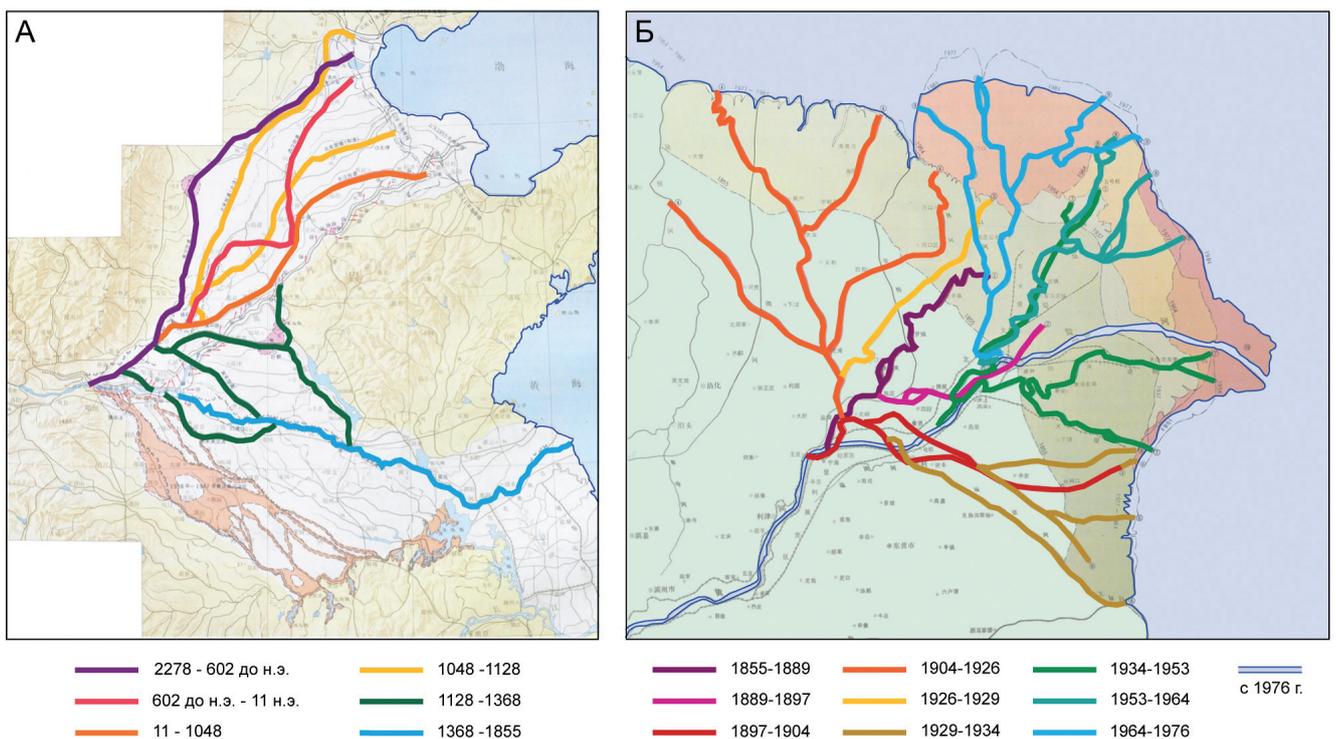


Рис. 2. Старые русла Хуанхэ: а) в 2278 г. до н.э. – 1855 г. н.э.; б) в 1855-1976 гг. [1]

цы дельты и ее рукава с 1855 по 1984 г. и воспроизведенной на рис. 26. Анализ современного состояния поверхности основывается на дешифрировании космических снимков высокого разрешения и картографировании по ним природных и антропогенных экосистем дельты.

Основным источником информации о современном состоянии и хозяйственном использовании поверхности дельты служили ее космические изображения в общедоступной информационной системе GoogleEarth, обеспечивающей возможность просмотра обзорных изображений всей дельты на снимках со спутника Landsat (с разрешением 30 м) и перехода для детального дешифрирования хозяйственных объектов к появившимся с 2000 г. снимкам сверхвысокого разрешения (1-2 м) со спутников Ikonos, QuickBird, GeoEye [3]. Таким образом, система GoogleEarth обеспечивает мультимасштабное дешифрирование. Детальное дешифрирование экранных изображений выполнялось при увеличении снимков сверхвысокого разрешения до масштаба 1:2000–1:10 000, а результаты дешифрирования фиксировались на отпечатках обзорных снимков в масштабе 1:200 000. По материалам дешифрирования и схематическим картам, представленным в системе GoogleMaps, определена гидрографическая сеть дельты (рис. 3). На основе мультимасштабного дешифрирования снимков GoogleEarth в соответствии с разработанной легендой составлена детальная карта естественных и антропогенных экосистем дельты, представленная

в статье в масштабе 1:500 000 (рис. 4). На ее основе создана обобщенная схема распределения экосистем дельты (рис. 5). Обобщенная схема экосистем дельты использовалась для картометрического анализа распределения площадей с преобладанием различных типов природных и антропогенных экосистем в пределах дельты. Для этого прежде всего необходимо было определить внутренние границы территории, которую следует рассматривать как дельту Хуанхэ, образованную после поворота реки в залив Бохайвань в 1855 г. Заметим, что границы морского края дельты на рис. 3, 4, 5 относятся к 2005 г.

Гидрографическая сеть и границы дельты

Действующая естественная гидрографическая сеть современной дельты Хуанхэ, показанная на рис. 3, ограничивается основным рукавом Циншуйгоу, теперь не доходящим до моря, и новым, ответвляющимся от него с 1996 г. рукавом Чахэ. На территории дельты сохранились русла и старицы прежних рукавов Дяокоу (функционировавшего в 1964-1976 гг.) и Шеньсянгоу (в 1953-1964 гг.), а также отмершего участка рукава Цуйшингоу. Вместе с тем в дельте создана и действует густая сеть искусственных каналов, используемых главным образом для водоснабжения населенных пунктов и орошения сельскохозяйственных полей, а также сеть искусственных водоемов в виде прудов. На схеме гидрографической сети отражены лишь крупнейшие из них. Показаны также защитные дамбы вдоль русел, защитные стенки вдоль морских берегов, предотвращающие заливание территории во время приливов и нагонов. В 1985 г. были сооружены такие ограждения морского порта и на восточном берегу: стенка Гудун, защищающая нефтепромыслы, а в 1998 г. – стенка Чэндао на северо-восточном берегу дельты [13].

Схема гидрографической сети показывает, что определить вершину дельты по разветвлению рукавов в приустьевой области не представляется возможным. Китайские исследователи [8] принимают за вершину дельты изгиб русла выше населенного пункта Нинхай. Согласно [1] этот изгиб представляет собой наивысшее по течению место ответвления ранних отмерших рукавов 1885 и 1897 гг., что и дает основание рассматривать его как вершину дельты. При определении сухопутных границ дельты в ее территорию включены участки прежде функционировавших крайних северо-западных и юго-восточных рукавов, показанных в Атласе Хуанхэ [1].

Принятые нами границы дельты приведены на рис. 3-5. Площадь современной дельты Хуанхэ в этих границах составляет около 6 тыс. км².

Территория дельты Хуанхэ давно и активно используется местным населением. Здесь развито

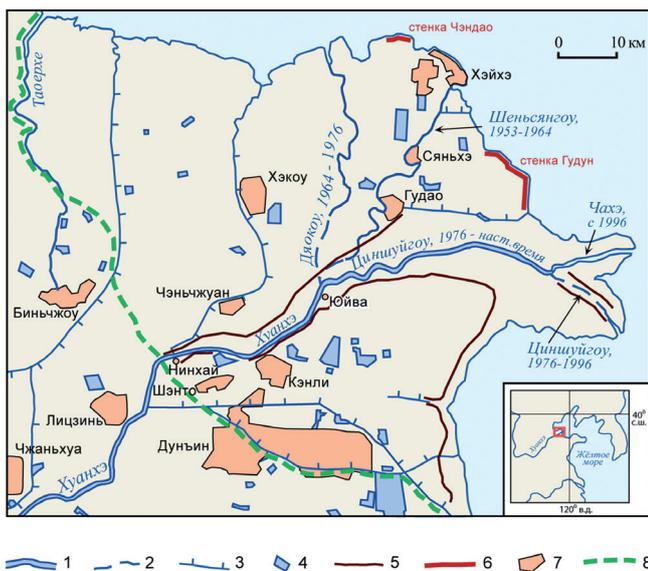


Рис. 3. Схема современной гидрографической сети дельты Хуанхэ

- 1 – действующие рукава; 2 – отмершие рукава;
- 3 – каналы; 4 – водоемы; 5 – дамбы;
- 6 – защитные морские стенки; 7 – города;
- 8 – границы дельты

орошаемое земледелие, вблизи городов – садоводство. В последнее десятилетие в приморской части дельты стали активно развиваться хозяйства аквакультуры, в основном по выращиванию креветок. В качестве новой отрасли хозяйства, появившейся в дельте с 1980-х гг., следует назвать нефтедобычу и первичную переработку нефти. Традиционные и новые отрасли хозяйства существенно изменили природный комплекс дельты и ее естественные экосистемы.

Типы экосистем дельты Хуанхэ и карта экосистем

Как выявлено при дешифрировании космических снимков, для дельты Хуанхэ в выделенных выше границах характерны как естественные, так и, в значительно большей мере, – антропогенные экосистемы и соответствующие им виды использования поверхности дельты, отраженные на карте (рис. 4).

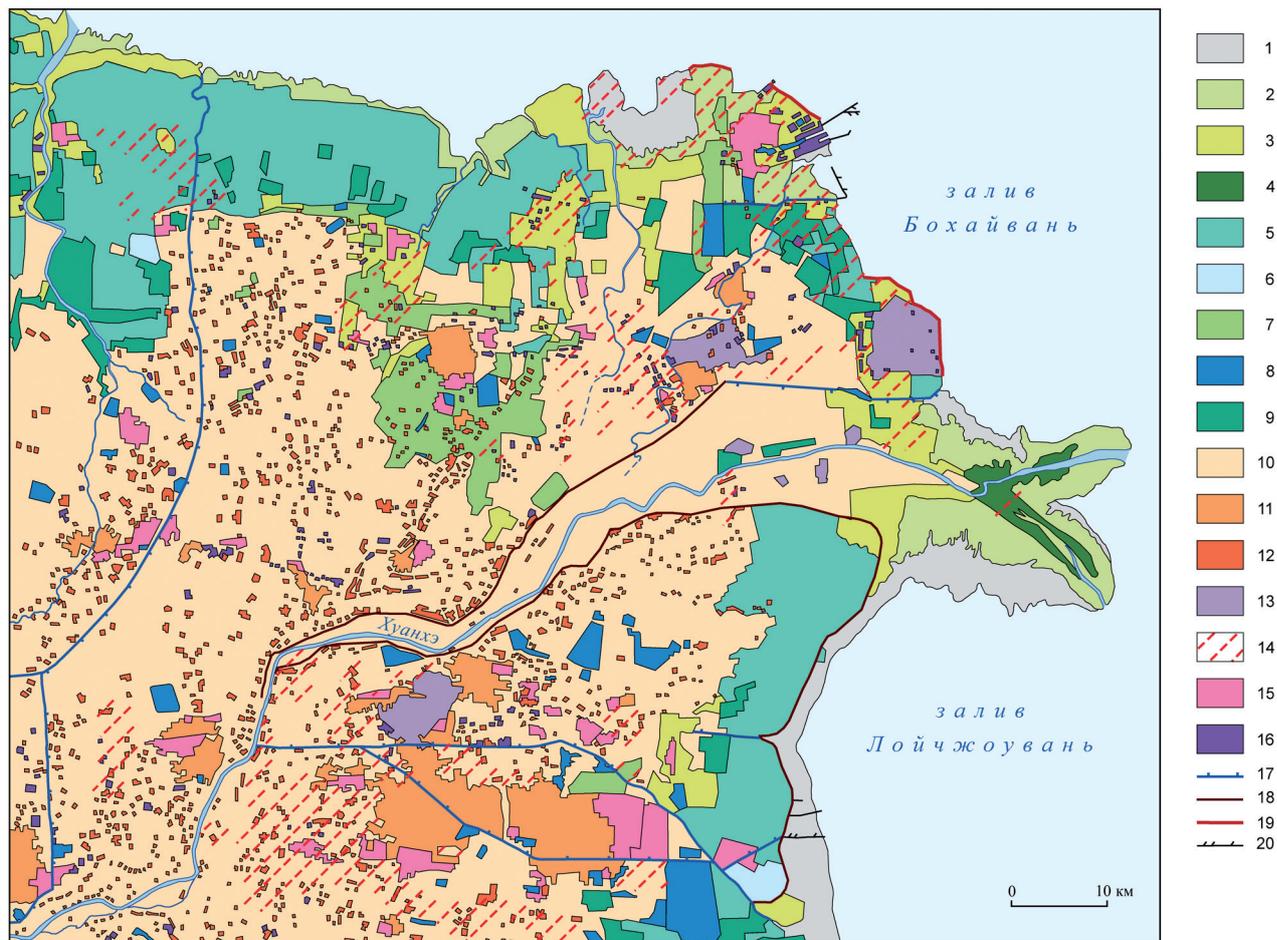


Рис. 4. Природные и антропогенные экосистемы дельты Хуанхэ.

Природные экосистемы дельты: 1 – песчано-илистая приливная осушка, не освоенная растительностью; 2 – песчано-илистые равнины у морского края дельты, слабо освоенные галофитной растительностью; 3 – илесто-песчанистые равнины периферийной зоны дельты, слабо освоенные галофитной растительностью, мелиорируемые; 4 – илесто-песчанистые равнины прирусловых участков дельты с зарослями тростниковой растительности. Аквакультурные экосистемы: 5 – разделенные дамбами приморские водоемы аквакультурного использования; 6 – обустраиваемые водоемы, предназначенные для аквакультурного использования. Искусственные водно-болотные угодья: 7 – чередование узких пресноводных водоемов с полосами суши с тростниковой растительностью. Искусственные водоемы и водохранилища (8). Сельскохозяйственные поля: 9 – рисовые чеки; 10 – поля продовольственных и технических культур. Селитебные земли: 11 – города и крупные поселки; 12 – небольшие поселки. Промышленные объекты: 13 – поля нефтедобычи (сплошная сеть нефтяных скважин); 14 – разреженная сеть площадок нефтяных скважин, распространяющихся на поверхность различных природных и антропогенных экосистем; 15 – крупные промзоны преимущественно первичной переработки нефти и складирования нефтепродуктов; 16 – небольшие промзоны разной специализации. Водохозяйственные и защитные сооружения: 17 – каналы; 18 – дамбы; 19 – защитные морские стенки; 20 – эстакады с нефтепроводами и причалами для танкеров

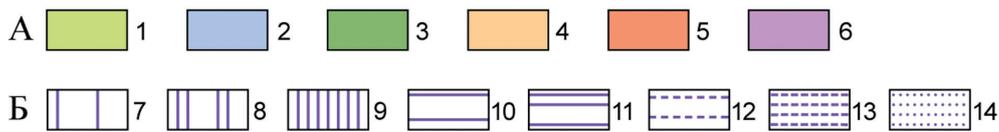
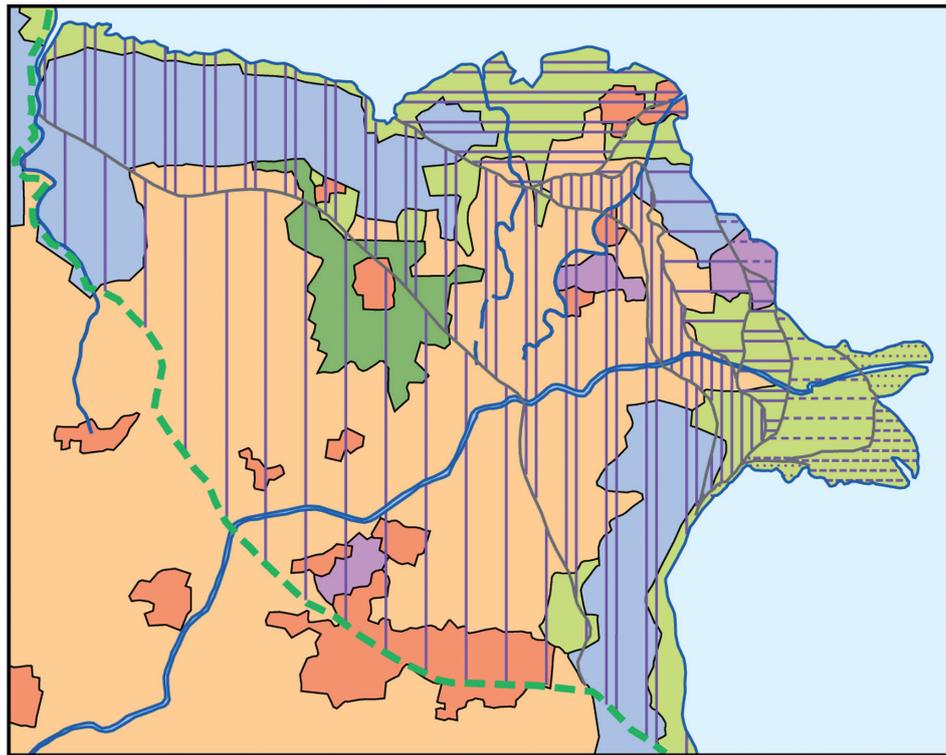


Рис. 5. Преобладающие природные и антропогенные экосистемы дельты Хуанхэ и возраст образования поверхности дельты.

А – Экосистемы: 1 – природные экосистемы дельты – приливная осушка и песчано-илистые равнины периферийной части дельты, слабо освоенные галофитной растительностью, частично мелиорированные; 2 – аквакультурные экосистемы; 3 – искусственные водно-болотные угодья; 4 – сельскохозяйственные поля совместно с небольшими поселками; 5 – города и крупные промзоны; 6 – поля нефтедобычи.

Б – Возраст образования суши: 7 – 160 лет и более, 8 – 80-160 лет, 9 – 60-80 лет, 10 – 50-60 лет, 11 – 40-50 лет, 12 – 30-40 лет, 13 – 20-30 лет, 14 – менее 20 лет

Карта показывает, что естественные экосистемы характерны лишь для периферийной приморской зоны дельты; ее берега окаймляют песчано-илистые приливные осушки, не освоенные растительностью, а выше приливных осушек вдоль морского края дельты расположены песчано-илистые равнины, слабо освоенные галофитной растительностью, и лишь на обвалованных прирусловых участках илисто-песчанистые равнины покрыты зарослями тростниковой растительности. Значительная часть илисто-песчанистых равнин периферийной зоны дельты, слабо освоенных галофитной растительностью, пересечена мелиоративными каналами и дамбами.

На всей остальной поверхности дельты естественные экосистемы сменяются антропогенными. В приморской 10-20-километровой зоне вдоль северного и восточного побережий дельты распространены аквакультурные экосистемы – разделенные дамбами приморские водоемы для выращивания рыбы и

креветок, а также обустраиваемые водоемы, предназначенные для аквакультурного использования.

В северной части дельты вблизи переставшего функционировать в 1976 г. рукава Дяокоу, прежде окруженного болотами, высохшими после прекращения стока по этому рукаву, теперь в порядке восстановления болотных экосистем и рассоления почв созданы искусственные водно-болотные угодья, представляющие собой чередование пресноводных узких водоемов с полосами суши с тростниковой растительностью. Для орошения полей и водоснабжения населения на поверхности дельты создана густая сеть каналов, искусственных водоемов и водохранилищ.

Основную часть поверхности дельты, всю ее центральную зону занимают сельскохозяйственные поля продовольственных и технических культур, а также рисовые чеки, тяготеющие к краевым участкам дельты, примыкающим к аквакультурным хозяйствам.

Дельта плотно заселена, на ее территории расположен большой по площади город Дуньин и десяток небольших городов; среди сельскохозяйственных полей многочисленны сельские населенные пункты, образующие густую сеть.

Значительные площади занимают промышленные объекты, поля нефтедобычи с сплошной сетью нефтяных скважин. Кроме этого, разреженная сеть площадок кустовых нефтяных скважин распространяется на участки различных естественных и антропогенных экосистем. Созданы крупные промзоны преимущественно первичной переработки нефти и складирования нефтепродуктов, имеются также небольшие промзоны разной специализации.

Кроме того, на карте показан ряд водохозяйственных и защитных сооружений: каналы, дамбы, защитные морские стенки, эстакады с нефтепроводами и причалами для танкеров.

Распределение экосистем на разновозрастных участках дельты

Чтобы при анализе использования земель дельты можно было бы соотносить его с давностью образования территории, воспользуемся картой в атласе Хуанхэ [1, с. 45], показывающей изменение границ морского края дельты с 1855 г. Эти границы, относящиеся к 1855, 1937, 1954, 1964, 1976, 1984 гг., нанесены на обобщенную схему экосистем дельты, и различными штриховками в пределах дельты выделены участки с разной давностью существования в качестве суши (рис. 5). Верхний участок дельты, относящийся ко времени выхода Хуанхэ в залив Бохайвань, имеет возраст более 160 лет. Площадь прироста дельты ко времени инструментальной съемки в 1937 г. оценивается как имеющая возраст от 80 до 160 лет. Далее следуют участки все более молодого возраста со все уменьшающимися интервалами, вначале через 20, а затем через 10 лет, показанные разными штриховками на рис. 5. Ко времени образования рукава Шэньсянгоу, функционировавшего в 1953-1964 гг., на северо-востоке дельты приросла полоса суши, имеющая возраст 60-80 лет, а за период его выдвижения – новая полоса, возраст которой 50-60 лет. Следующий рукав Дяокоу, действовавший в 1964-1976 гг., обеспечил выдвижение, главным образом в северной части дельты, новых участков суши, возраст которых составляет 40-50 лет. Выдвижение сменившего Дяокоу нового рукава Цуйшингоу (1976-1996) обеспечило образование новой лопасти в юго-восточном направлении, верхняя часть которой оценивается как имеющая возраст 30-40 лет, а нижняя оконечность дельтового выступа Цуйшингоу, теперь значительно размытого и наполовину сократившегося, – возраст 20-30 лет. И наконец,

выдвигающаяся с 1996 г. в северо-восточном направлении новая дельтовая лопасть Чахэ имеет возраст менее 20 лет, причем показанный на карте участок в границах 2005 г. – возраст 10-20 лет. Все эти разновозрастные участки отмечены на карте штриховками разного вида, которые нанесены на красочный фон, соответствующий преобладающим типам экосистем.

Карта показывает, что типы экосистем и их сочетания на участках суши с разным возрастом ее образования не одинаковы, и предварительный анализ изображения позволяет выделить основные временные рубежи, определяющие изменение сочетаний различных экосистем. На поверхности рассматриваемой дельты такими рубежами оказались: а) возраст более 160 лет, которому соответствует традиционное сельскохозяйственное использование территории, густая сеть сельских поселений, наиболее крупные города; б) возрастной интервал 50-160 лет; на таких территориях сельское хозяйство сочетается с широким развитием аквакультурных хозяйств; сеть сельских поселений менее густая, города небольшие; в) возраст менее 50 лет. Только эти участки недавнего формирования дельтовых лопастей представляют собой естественные экосистемы, в основном песчано-илистые, слабо освоенные галофитной растительностью прибрежные равнины, частично подвергающиеся мелиорации. Поскольку именно на этих участках наиболее широко идет нефтедобыча, то часть таких территорий занята промзонами.

Рассмотрим далее более детально характер использования территории в пределах этих трех основных разновозрастных зон.

Верхняя зона дельты, существующая более 160 лет

В границах 1855 г., когда произошел поворот рукава Хуанхэ в залив Бохайвань, территория дельты используется человеком уже более полутора столетий. Эта верхняя зона дельты – район интенсивного сельскохозяйственного освоения на базе орошения из скважин и водоемов-прудов, от которых идут мелиоративные каналы. В связи с давностью освоения территории проблема рассоления почв, актуальная для периферийных районов дельты, подверженных вторжениям морских вод, здесь уже решена. Равнины внутренних частей дельты полностью распаханы. Используется почти каждый пригодный для обработки клочок земли (рис. 6). Из сельскохозяйственного оборота изымаются лишь земли для застройки поселков и городов, для создания промышленных зон, а после открытия нефтяных месторождений – также для полей нефтедобычи. Ведущая отрасль сельского хозяйства – растениеводство. В сельском хозяйстве

дельты, как и всего Шандунского экономического района, сочетается производство «северных» продовольственных культур (рис, пшеница, соевые бобы, батат) и важных технических (хлопок, арахис, табак). Такие сельскохозяйственные земли занимают 70% территории верхней зоны дельты (табл. 1). В северной периферийной части той же зоны дельты имеются также массивы рисовых полей вдоль старого, ограничивающего дельту с запада рукава Таоерхе, где рисовые поля чередуются с созданными в последние годы водоемами аквакультурных хозяйств; на них приходится 7% этой зоны дельты. Еще один вид нетрадиционного использования территории в этой зоне – мелиорированные участки в районе бывшего рукава Дяокоу, где во время его функционирования существовали обширные водно-болотные угодья, на которых базировались перелетные водоплавающие

птицы; переброска стока в восточном направлении в рукав Циншуйгоу привела к высыханию болот и засолению земель. С 2001 г. Комиссия охраны реки Хуанхэ Министерства водных ресурсов Китая начала выполнять проект по обводнению этой территории и восстановлению водно-болотных угодий. Мелиорированные земли представляют собой искусственные водно-болотные угодья – чередование небольших узких водоемов с полосами суши, что должно способствовать увлажнению и рассолению почв (рис. 7). В верхней зоне дельты они занимают 11% ее площади.

Среди сельскохозяйственных земель равномерно рассредоточена густая сеть сельских населенных пунктов. Небольшие, площадью менее 1 км² каждый, они включают по несколько десятков стандартных домов, плотно прилегающих друг к другу, преимущественно без зеленых придомовых



Рис. 6. Сельскохозяйственные поля и сельские населенные пункты верхней зоны дельты. Фрагмент снимка Google Earth

Таблица 1

Соотношение площадей естественных и различных антропогенных экосистем на разновозрастных участках дельты, %

Зоны дельты разного возраста	Естественные экосистемы	Сельскохозяйственные поля	Аквакультурные хозяйства	Искусственные водно-болотные угодья	Населенные пункты, промзоны
Верхняя зона, более 160 лет	0	70	7	11	12
Средняя зона, 50-160 лет	6	44	44	2	4
Периферийная зона, менее 50 лет	85	4	4	0	7

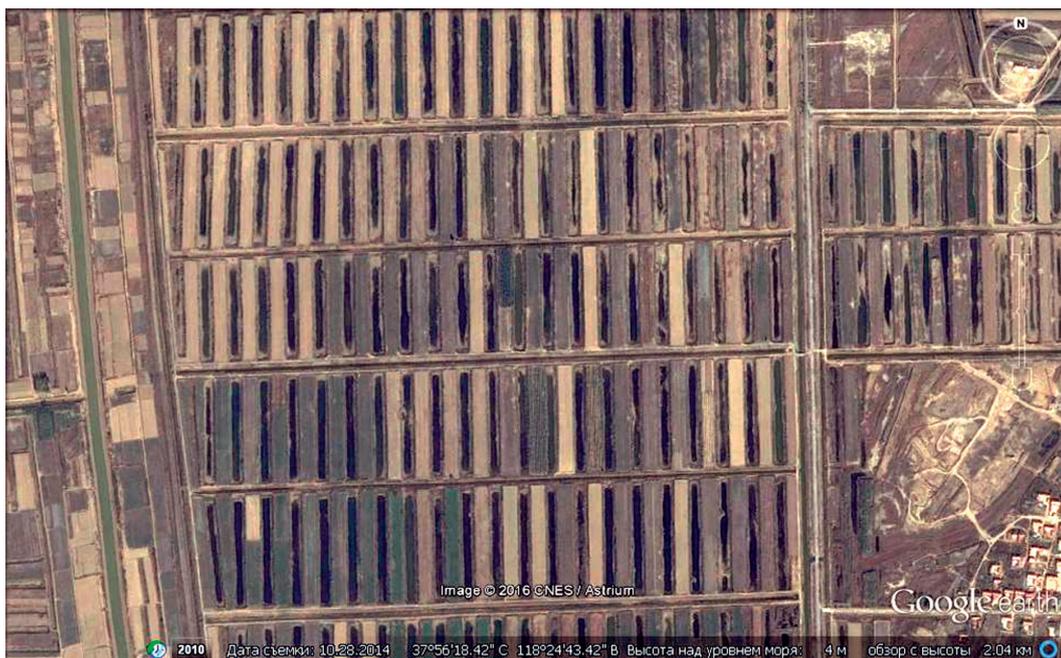


Рис. 7. Искусственные водно-болотные угодья в верхней зоне дельты. Фрагмент снимка Google Earth

участков, и имеют четкую прямоугольную планировку кварталов. Расстояние между поселками 2-3 км; некоторое сгущение их сети наблюдается вдоль каналов и отмерших рукавов.

Для верхней зоны дельты характерны также города, в северной ее части (левобережной) сравнительно небольшие, а в южной (правобережной) – значительные по площади города с большими промзонами, в том числе наиболее крупный город Дунъян, к муниципальному образованию которого относится и вся дельта. К городам примыкают и располагаются вблизи них многочисленные промзоны, вместе с городами они занимают 7% площади этой зоны дельты.

В связи с открытием в 1961 г. крупного нефтяного месторождения Шэнли и его разработкой в 1980-е годы участок дельты между городами Дунъян, Кэнли и Шэнто превратился в сплошное поле нефтескважин, соединенных нефтепроводами, распространяется на соседние участки, плотно подходит к границам города, заходит на сельскохозяйственные поля, в водоемы. Большинство промзон района представляют собой предприятия по добыче и первичной переработке нефти.

**Средняя зона дельты
возрастом 80-160 и 50-80 лет**

Эта часть дельты формировалась с середины XIX века до середины XX века. Большую ее часть составляет дельта в границах, отмеченных инструментальной съемкой 1937 г. Но сюда входит также

участок прирастания дельтовой лопасти рукава Шэньсянгоу, действовавшего в 1954-1964 гг. Использование поверхности этой средней зоны дельты различно в ее приморских и внутренних частях. Во внутренней территории средней зоны дельты, так же как и в верхней зоне дельты, преобладает традиционное сельскохозяйственное использование земель. Здесь создана сплошная сеть полей с различными сельскохозяйственными культурами – продовольственными и техническими; поля орошаются из искусственных водоемов по мелиоративным каналам. Сельскохозяйственные земли сочетаются с сетью сельских населенных пунктов, которая здесь реже, чем в верхней зоне дельты. Приморские части средней зоны дельты теперь используются иначе. Здесь созданы обширные массивы аквакультурных хозяйств, появившихся сравнительно недавно, в начале 2000-х годов (рис. 8). Прибрежная полоса шириной 10-15 км представляет собой разделенные дамбами водоемы, используемые для выращивания рыбы и морепродуктов – креветок и других аквакультур. Для защиты от влияния приливов эта зона со стороны моря огорожена дамбами. Аквакультурное освоение прибрежных районов в Китае в последние годы развито очень широко. В районе дельты Янцзы для этих целей осваивают мелководную зону моря; дамбами огораживают полосы осушки, при освоении и обустройстве которых «наращивается» берег. В дельте Хуанхэ пока обустраивались под аквакультурные хозяйства площади естественного нарастания дельты, обусловленного значительным отложением речных

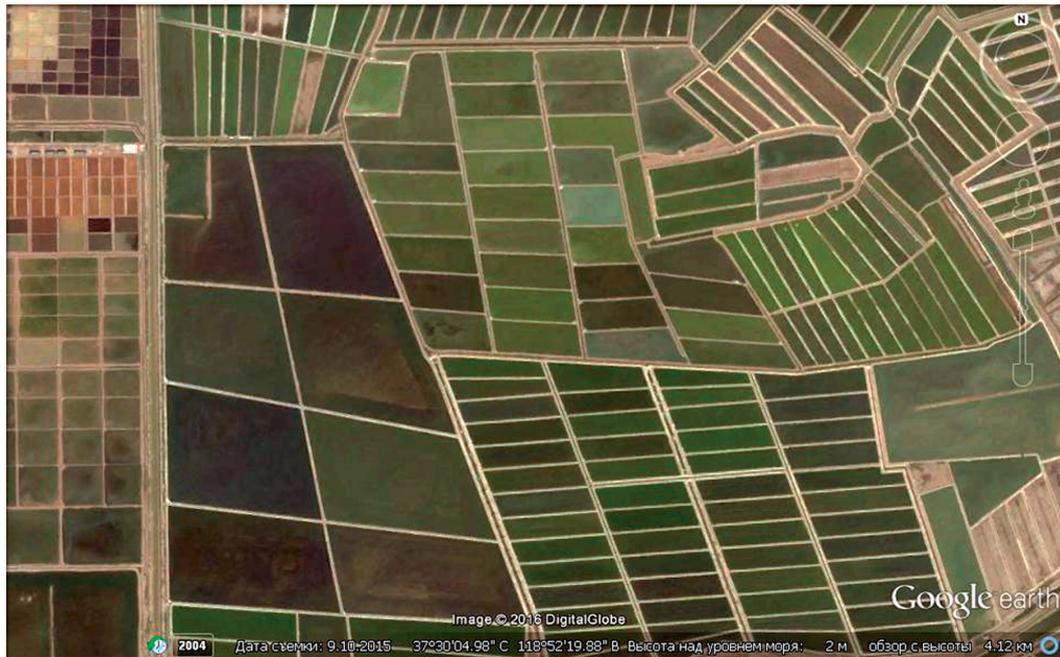


Рис. 8. Аквакультурные хозяйства в приморской части средней зоны дельты. Фрагмент снимка Google Earth

наносов. Однако на северном побережье дельты в последние годы начато искусственное наращивание берега в районе устья Таоерхе. В целом участки сельскохозяйственного и аквакультурного использования средней зоны дельты занимают каждый по 44% ее площади (табл. 1).

В северной части средней зоны дельты ведется нефтедобыча; сплошное поле нефтяных скважин занимает пространство между городами Гудао и Сяньхэ. Значительные территории в этих городах представляют собой промзоны по первичной переработке нефти; густая сеть более мелких промзон окружает эти города. По площади они занимают 4% средней зоны дельты. Площадки скважин нефтедобычи распространяются и на сельскохозяйственные земли, в том числе рисовые поля, и на водоемы аквакультурных хозяйств (рис. 9).

Морской край средней зоны дельты представляет собой полосы приливных осушек – единственный вид пока не используемых естественных экосистем. Сохранились также небольшие участки слабо освоенных галофитной растительностью илисто-песчаных равнин дельты, на которые, однако, распространяются площадки скважин нефтедобычи. Эти весьма условно «естественные» экосистемы занимают 6% площади средней зоны дельты.

Периферийная зона дельты возрастом менее 50 лет

Эта зона представлена двумя участками – в северной части дельты, в районе бывшего устья

рукава Дяокоу (возраст этого участка 40-50 лет), и в крайней восточной части дельты, в районе отмершего фрагмента рукава Циншуйгоу (20-40 лет) и действующего рукава Чахэ (менее 20 лет). Только эти участки дельты, образовавшиеся менее 50 лет назад, пока еще представляют собой естественные экосистемы дельты, хотя и они теперь существенно преобразованы. Эти песчано-илистые поверхности, где растительный покров еще слабо сформирован, со стороны моря окаймлены приливными осушками без растительности (рис. 10). В полосе, удаленной от моря на 5-10 км, эти поверхности мелиорируются – на снимках повсюду видны линии дамб и мелиоративных каналов. На северном участке вблизи устья Дяокоу в эту зону 50-летнего возраста начинают выходить сельскохозяйственные поля и хозяйства аквакультур, подтверждая, что 50-летний срок достаточен для рассоления почв и их сельскохозяйственного использования. На осушке и в примыкающей к ней полосе берега ведется нефтедобыча, и здесь находится крупнейшая промзона первичной переработки нефти, вывоз которой обеспечивает расположенный здесь же порт Хэйхэ.

На втором участке, относящемся к дельтовым лопастям рукавов Циншуйгоу (отмершего) и Чахэ (действующего), пока больше сохранился естественный характер экосистем. Их илисто-песчаные (в центральных частях лопастей) и песчано-илистые (в периферийных зонах лопастей) поверхности в разной степени освоены галофитной растительностью. Приливные осушки, практически



Рис. 9. Площадки скважин нефтедобычи, распространяющиеся на рисовые поля. Фрагмент снимка Google Earth

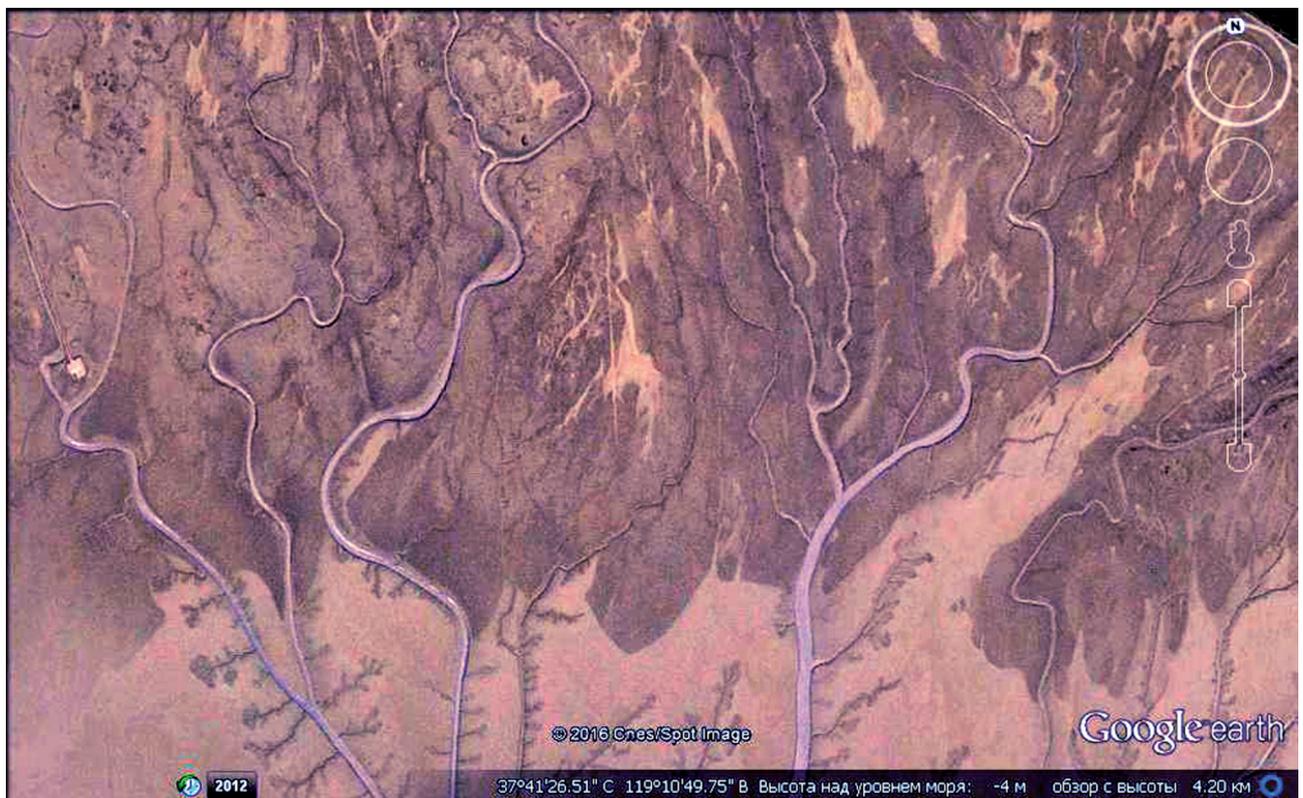


Рис. 10. Приливная осушка в береговой зоне дельты. Фрагмент снимка Google Earth

лишенные растительности, подвержены эродирующему воздействию волн и приливных течений. Выдвинувшиеся дельтовые лопасти рукавов Циншуйгоу и Чахэ, сложенные песчано-илистыми отложениями, характеризуются значительным засолением грунтов, на них произрастают солеросы, образующие неровный покров. На огражденных дамбами прирусловых участках лопасти Циншуйгоу, где для приповерхностного слоя характерны пресные грунтовые воды, распространены заросли тростника. На северо-западе этого участка, за ограждающей его от моря защитной стенкой Гудун, расположено сплошное поле нефтедобычи – густая сеть нефтескважин, практически техногенная экосистема. Однако в целом в третьей, наиболее молодой зоне дельты естественные экосистемы преобладают, составляя 85% ее площади (табл. 1), вторжение сюда сельского хозяйства и аквакультуры составляет по 4% площади, а техногенные экосистемы занимают 7%.

Заключение

Результаты картографирования природных и антропогенных экосистем дельты Хуанхэ по космическим снимкам показали, что на интенсивно используемой территории этой дельты традиционное сельскохозяйственное землепользование сочетается с новыми видами использования поверхности дельты – аквакультурными хозяйствами, восстановлением водно-болотных угодий, нефтедобычей. Анализ распределения естественных и антропогенных экосистем по зонам дельты, сформировавшимся в разное время и имеющим разный возраст существования в качестве суши, показал, что в верхней зоне дельты, существующей более 160 лет, преобладает традиционное сельскохозяйственное использование земель. В средней зоне, охватывающей как срединные, так и периферийные приморские районы, имеющей возраст 50-160 лет, в равной мере развито сельскохозяйственное и аквакультурное природопользование. Только в краевой приморской зоне молодых лопастей дельты возрастом менее 50 лет преобладают естественные экосистемы. Все зоны дельты, независимо от возраста их формирования, подвержены влиянию нефтедобычи, вторгающейся в уже сформировавшиеся природные и антропогенные экосистемы и обуславливающей конфликты природопользования. Опыт проведенного анализа полезен для исследования и решения проблем, возникающих при освоении дельтовых районов на территории России.

Ключевые слова: дельта, возраст, динамика, природопользование, конфликты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас бассейна реки Хуанхэ / под ред. Вэн Хуаюань. – Пекин : Изд-во Китайская карта, 1989. – 356 с. (на китайском языке).
2. Кравцова В.И., Инюшин А.Н. Исследование динамики дельты Хуанхэ по космическим снимкам // Геодезия и картография. – 2016 (в печати).
3. Кравцова В.И., Михайлов В.Н. Антропогенные изменения экосистем современной дельты Хуанхэ // Вестник Моск. ун-та. Серия 5. География. – 2016 (в печати).
4. Лю Ш., Чжон Ч., Бабич Д.Б., Иванов В.В., Коротаев В.Н., Михайлова М.В. Сток р. Хуанхэ и динамика дельты // Эрозионные и русловые процессы. – 2010. – Вып. 5. – С. 317.
5. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 176 с.
6. Михайлова М.В. Гидрологический режим и динамика гидрографической сети устьевой области Хуанхэ // Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25. – № 1. – С. 105-117.
7. Эстуарно-дельтовые системы России и Китая / под ред. В.Н. Коротаева, В.Н. Михайлова, Д.Б. Бабича, Ц. Ли, Ш. Лю. – М. : ГЕОС, 2007. – 445 с.
8. Chu Z.X., Sun X.G., Zhai S.K., Xu K.H. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images // Marine Geology. – 2006. – 227. – P. 13-30.
9. Liu B., Liu G., Shu L.C., Wang X.G., Zhu B. Hydrological process and its ecological effect on a re-established freshwater wetland in the Yellow River delta, China // Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities : Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013 (IAHS Publ. 358, 2013). – P. 226-233.
10. Pang J.Z., Si S.H. Evolution of the Yellow River mouth: 1. Historical Shifts // Oceanol. Limnol. Sin. – 10 (2). – 1979. – P. 136-141.
11. Rosen T., Xu J.Y., Ma Z., Xu X. What can we learn from recent development of the Atchafalaya River delta, USA and the Yellow River delta, China // Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities : Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013 (IAHS Publ. 358, 2013). – P. 209-217.
12. Yang Z.S., Liu J.P. A unique Yellow River- derived distal subaqueous delta in the Yellow Sea // Marine Geology. – 2007. – V. 240. – P. 169-176.
13. Yanyan V.A., Guangxue L.I. Evolution history and trend of the modern Huanghe River delta // Acta Oceanol. Sin. – 2010. – V. 29. – N. 2. – P. 40-52.