

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 556.5(1/9)
ВАК 25.00.27

СХЕМА ПРОЕКТОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕМАРКАЦИИ МАНАБИ, ЭКВАДОР

Кампос Седеньо Антонио Фермин¹, Е.К. Синиченко¹, И.И. Грицук^{2,1}

¹ Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

² Институт водных проблем РАН
ул. Губкина, 3, Москва, Россия, 119333

В Эквадоре провинция Манаби считается «специализированной» в области сельского хозяйства. В таком направлении в 1990 г. в соответствии с Интегральным планом для развития водных ресурсов провинции Манаби (ПИМА, РНИМА) для обводнения территории в области орошения и водоснабжения были идентифицированы семь проектов комплексного назначения.

Для расчета потребностей в воде спрогнозирован рост населения до 2050 г. В соответствии с этим установлено, что приближительно население Манаби до 2020 г. составит 2 130 000 человек и что общая площадь оросительных земель территории должна охватывать примерно 51 900 га. Расчеты показывают, что необходимый общий годовой объем воды для удовлетворения потребностей на орошение и водоснабжение 1 127 49 млн м³. Исходя из потребностей водных ресурсов для водоснабжения и орошения, на основе гидрологической, топографической и геологической информации, собранных в 1989 г., приближенно определены створы для проектирования плотин, а также их высоты, с соответствующими размерами водохранилищ. Можно сказать, что данные створы и информация для проектирования водохранилищ с учетом времени (25 лет тому назад) могли бы повлиять на точность конечных результатов.

На основе актуальных гидрометеорологических и топографических данных предложена схема развития водных ресурсов для гидрографической демаркации Манаби, Эквадор.

Ключевые слова: полезный объем, мертвый объем, возвышение гребня плотины, испарение водохранилищ, экологический расход

Согласно проекту ПИМА 1990 [4] для развития водных ресурсов гидрографической демаркации Манаби, было предложено проектирование семи водохранилищ (рис. 1):

— для южной зоны два — Санкан и Аямпе;

- для центральной зоны три — Ла Эсперанса, Поса Онда и Рио Гранде;
- для северной зоны два — Коаке и Хама.

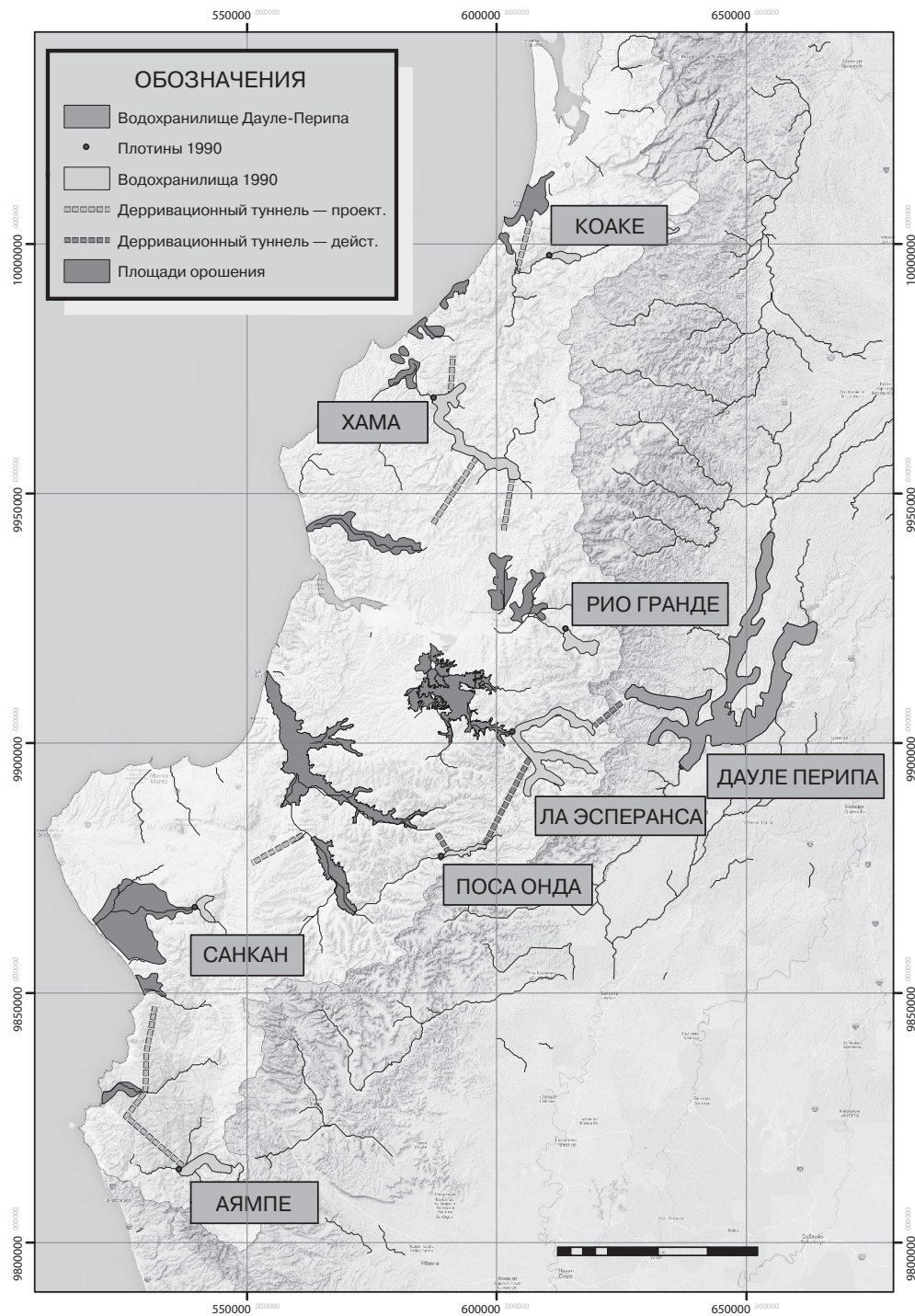


Рис. 1. Схема проектов ПИМА 1990

Источник: РИМА 1990

Координаты предложенных створов плотин приведены в табл. 1.

Таблица 1

Координаты створов плотин предложенных в Пима 1990

Плотина	Координаты UTM WGS84 (17S)	
	Е	N
Аямпе	536 500	9 814 514
Санкан	539 655	9 867 013
Поса Онда	589 000	9 877 253
Ла Эсперанса	603 265	9 902 183
Рио Гранду	613 930	9 922 800
Хама	587 504	9 969 073
Коаке	610 662	9 997 556
Дауле Перипа	637 282	9 895 207

Источник: РНИМА 1990.

Необходимо отметить, что для проведения делимитации водосборных бассейнов, выбора мест створов и предварительного расчета объемов воды в конце 1990 г. были использованы карты с изолиниями отметок интервалом 50 м. Расчет площадей и периметров бассейнов сделан с помощью электромеханического прибора, называемого планиметром, что привело к искажению геометрических размеров водосборов из-за объединения нескольких карт, что сказалось на конечных результатах расчетов.

Исходя из потребностей водных ресурсов для водоснабжения и орошения на основе гидрологической, топографической и геологической информации, собранных в 1989 г., были приближенно определены створы (см. табл. 1) для проектирования плотин, а также их высоты, с соответствующими размерами водохранилищ. Можно сказать, что данные створы и информация для проектирования водохранилищ с учетом времени (25 лет назад) могли бы повлиять на точность окончательных расчетов.

Из перечисленных проектов в настоящее время только действует проект Чоне — Портовдехо. Этот проект находится в центральной зоне Демаркации Манаби и состоит из следующих элементов:

- водохранилище Дауле — Перипа (6000 млн м³);
- деривационный туннель ($Q = 18 \text{ м}^3/\text{с}$);
- водохранилище Ла Эсперанса (450 млн м³);
- плотина из местных материалов Ла Эсперанса ($H = 47 \text{ м}$);
- оросительная система Каррисаль — Чоне (14 250 га);
- насосная станция Северино ($Q = 16 \text{ м}^3/\text{с}$);
- деривационный туннель ($Q = 16 \text{ м}^3/\text{с}$);
- водохранилище Поса Онда (450 млн м³);
- плотина из местных материалов Поса Онда ($H = 40 \text{ м}$);
- оросительная система Поса Онда (15 000 га);
- деривационный туннель ($Q = 4 \text{ м}^3/\text{с}$).

Проект Рио Гранде находится на этапе строительства.

На основе актуальных гидрологических данных (1963—2013) с учетом роста населения и с использованием географических информационных систем (GIS) определены, с одной стороны, с большой точностью места створов плотин и общие габариты необходимых гидротехнических сооружений; с другой стороны, выбран новый створ в южной зоне демаркации в качестве лучшего технического варианта к имеющей гидравлической схеме.

В экваториальных районах климат обуславливается существованием двух периодов — засушливого и дождевого, каждый из них длится примерно шесть месяцев.

В Южной Америке экваториальный район пересечен хребтом Анд, являющимся основным источником ледникового питания рек, особенно в засушливый период. Но в демаркации Манаби вследствие природных условий питание рек дождевое и в сезон засухи они пересыхают.

Исходная информация для расчета водохранилищ следующая [7]:

- необходимый объем для удовлетворения потребностей на орошение, водоснабжение и гидроэнергетику (если имеется);
- ряды месячных осадков и метеорологических данных гидрометеорологических станций зоны проекта;
- ряды максимальных суточных осадков;
- ряды среднемесячных расходов гидрометрических станций рек;
- картографический материал зоны проекта.

Последовательность работ для определения параметров водохранилища такая [1; 2; 5; 8; 9]:

- выбор створа в топографическом сужающемся русле, отдаленное от населенных пунктов и магистральных дорог;
- построение кривых объема и водного зеркала в створе в зависимости от отметок;
- определение полезного объема водохранилища путем суммирования четырех годовых объемов (объем потребностей, объем на испарение, экологический объем, объем на фильтрацию);
- определение мертвого объема водохранилища при отсутствии данных о наносах (по рекомендациям Э. Матерона [5]);
- определение расчетного (полного объема водохранилища) путем сложения полезного и мертвого объемов;
- определение высоты водохранилища по полному объему;
- определение возвышение гребня плотины;
- определение высоты плотины.

Применяя изложенную методику расчетов для оптимизации использования водных ресурсов гидрографической демаркации Манаби, рассчитаны пять водохранилищ, общие данные которых приведены в табл. 2, а на рис. 2 показана общая схема запроектированных плотин.

Для плотин Аямпе, Санкан и Хама выбраны новые створы в более сужающихся устьях; при строительстве значительно снижаются денежные расходы, так как длины гребня плотины уменьшаются на 83,18, 35,16 и 38,43% соответственно. Сравнительные данные предложений приведены в табл. 3.

Таблица 2

Сводные характеристики створов водохранилищ предлагаемых к проектированию

Плотина	Координаты створа (UTM WGS84 17S)			Отметки			Высота, м	Водохранилище	
	W	N	Код бассейна	дна, метры над уровнем моря	НПУ, метры над уровнем моря	гребня, метры над уровнем моря		объем, млн м ³	зеркало, га
Аямпе	542 139,47	9 816 547,76	15 134	238,00	296,20	299,14	61,14	55,28	155,13
Санкан	540 159,76	9 866 804,01	15 137	180,00	230,41	235,60	55,60	111,46	655,19
Каё	534 113,59	9 848 804,08	15 138	90,00	147,50	152,40	62,40	65,02	869,28
Хама	588 319,48	9 968 678,19	1 518	120,00	141,48	147,13	27,13	412,01	2288,39
Коаке	603 734,94	9 994 294,39	15 192	60,00	94,37	99,97	39,97	60,50	288,68

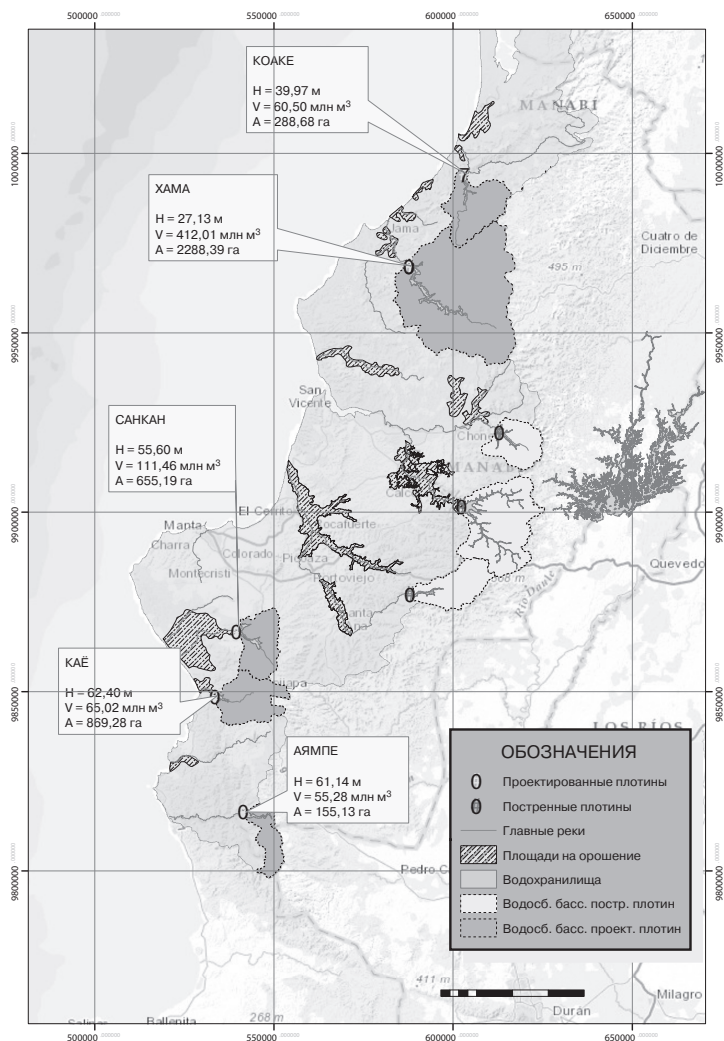


Рис. 2. Схемы запроектированных плотин в гидрографической демаркации Манаби, Эквадор, для оптимизации использования водных ресурсов

Общие данные створов плотин предложений 1990 и 2015 гг.

Плотина	Данные ПИМА 1990			Предложение 2016			Уменьшения длины гребня, %
	Координаты створа (WGS84 UTM 17S-M)		Длина гребня, м	Координаты створа (WGS84 UTM 17S-M)		Длина гребня, м	
	Е	Н		Е	Н		
Аямпе	536 500	9 814 514	2 010,00	542 139,47	9 816 547,76	338,00	83,18
Санкан	539 655	9 867 013	1 001,00	540 159,76	9 866 804,01	649,00	35,16
Хама	587 504	9 969 073	255,00	588 319,48	9 968 678,19	157,00	38,43

Выводы. Для предотвращения проблемы дефицита воды демаркации Манаби впервые предложены пять новых створов для создания водохранилищ.

- для южной зоны три — Санкан, Аямпе, Каё;
- для северной зоны два — Коаке и Хама.

Итоговый объем всех водохранилищ 704,27 млн м³.

Выбранные створы плотин соответствуют местами минимальным воздействиям на окружающую среду и отсутствием крупных населенных пунктов и магистральных дорог.

В результате исследования на основе разработки актуальных гидрометеорологических данных установлена схема проектов для оптимального использования водных ресурсов гидрографической демаркации Манаби. Основные данные плотин приведены в табл. 2.

Результаты настоящего исследования будут представлены Секретариату по водным ресурсам Эквадора для принятия в качестве инструмента в рамках планирования и развития водных ресурсов, не только гидрографической демаркации Манаби, но и всех демаркаций страны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Орлов В.Г. Основы гидрологии суши: учеб. пособие. Ленинград: ЛГМИ, 1976.
- [2] Синиченко Е.К., Грицук И.И., Шамреева А.А. Основы гидрологии. Вычисление максимальных расходов половодья и паводка на водотоках: учеб.-методич. пособие. М.: РУДН, 2015. 32 с.
- [3] Соболев И.С., Ежков А.Н., Горохов Е.Н. Проектирование плотины из грунтовых материалов. Нижний Новгород: НГАСУ, 2010.
- [4] Centro de Rehabilitacion de Manabí, INERHI, CONADE, & OEA, 'Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí (PHIMA)', (Manabí — Ecuador: Centro de Rehabilitación de Manabí, 1989).
- [5] *Hernán Materón*. Obras hidráulicas rurales. Colombia: Universidad del Valle, 1991, pp. 2.1—2.34.
- [6] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 'Cómo crecerá la población del Ecuador?', INEC, (2015) <http://www.inec.gob.ec/proyecciones_poblacionales/presentacion.pdf> [Accessed 21.10.2015 2015].
- [7] Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 'Anuarios Meteorológicos'2015) <<http://186.42.174.231/index.php/clima/anuarios-meteorologicos>> [Accessed 8 april 2015].
- [8] Ministerio de Agricultura y Ganadería, IICA, & CLIRSEN, 'Sistemas de Información Geográfica para Aplicaciones Agropecuarias en el Ordenamiento de Territorio y Manejo Integral de Cuencas', Universidad del Azuay, (2015) <<http://www.uazuay.edu.ec/promsa/ecuador.htm>> [Accessed 04.03 2015].

- [9] *Penman H.L.* 'Vegetation and Hydrology', Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 89 (1963), 53-124.
- [10] *Сташевская Н.А., Малов А.Н., Фатеев Д.И.* Организационно-технологическая надежность строительного производства // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Инженерные исследования». 2013. № 1. С. 7—12.

PLAN FOR DEVELOPMENT OF WATER RESOURCES OF HYDROGRAPHIC DEMARCATION OF MANABI, ECUADOR

Campos Cedeno Antonio Fermin (Ecuador)¹, E.K. Sinichenko¹, I.I. Gritsuk^{2,1}

¹ Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

² Water Problems Institute Russian Academy of Science
Gubkina str., 3, Moscow, Russia, 119333

In Ecuador, Manabi province is considered to be “specialized” in the field of agriculture. So, in 1990, according to the Integrated Plan for the development of the resource water of the province of Manabi (PHIMA), 7 projects of multiple purpose for irrigation, hydroelectric power generation and supply of drinking water were identified.

The estimation of water needs was carried out on the basis of a population growth until 2050. Accordingly, established that the population of Manabi by 2020 will be 2'130, 000, and the total area of the irrigation surface will be in the order of 51900 hectares.

Calculations show that the annual total volume of water required to meet the needs of irrigation and water supply will be 1,127.49 million cubic meters.

Depending on the needs of water resources for water supply and for irrigation, hydrological, topographic and geological information gathered in 1989 identified certain sites close for the design of dams, as well as their heights and dimensions of the reservoirs.

Having elapsed since more than 25 years, with updated meteorological and topographical data, proposes a consistent scheme for the development of water resources in river basin of Manabi, Ecuador.

Key words: useful volume, dead volume, elevation of the dam crest, evaporation, environmental flow

REFERENCES

- [1] Orlov V.G. Fundamentals of Hydrology: Textbook. Leningrad: LGMI, 1976. [Orlov V.G. Osnovy Gidrologii Sushii: uchebnoe posobie. Leningrad: LGMI, 1976.]
- [2] Sinichenko E.K., Gritsuk I.I., Shamreeva A.A. Fundamentals of hydrology. The calculation of the maximum costs of flood and high water on the waterways: Educational handbook. M.: Peoples' Friendship University, 2015, 32 p. [Sinichenko Ye.K., Gritsuk I.I., Shamreeva A.A. Osnovy gidrologii. Vychislenie maksimalnykh raskhodov polovodya i pavodka na vodotokakh: uchebno-metodicheskoe posobie. M.: RUDN, 2015, 32 s.]
- [3] Sable I.S., Ezhkov A.N., Gorokhov E.N. Related dam of soil materials. Nizhny Novgorod: NSABU, 2010, p. 10—13. [Sobol I.S., Yezhkov A.N., Gorokhov Ye.N. Proektirovanie plotiny iz gruntovykh materialov. Nizhny Novgorod: NGASU, 2010. S. 10—13.]

- [4] Centro de Rehabilitación de Manabí, INERHI, CONADE, & OEA, 'Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí (PHIMA)', (Manabí — Ecuador: Centro de Rehabilitación de Manabí, 1989).
- [5] Hernán Materón. Obras hidráulicas rurales. Colombia: Universidad del Valle, 1991, pp. 2.1—2.34.
- [6] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 'Cómo crecerá la población del Ecuador?', INEC, (2015) <http://www.inec.gob.ec/proyecciones_poblacionales/presentacion.pdf> [Accessed 21.10.2015 2015].
- [7] Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 'Anuarios Meteorológicos'2015) <<http://186.42.174.231/index.php/clima/anuarios-meteorologicos>> [Accessed 8 april 2015].
- [8] Ministerio de Agricultura y Ganadería, IICA, & CLIRSEN, 'Sistemas de Información Geográfica para Aplicaciones Agropecuarias en el Ordenamiento de Territorio y Manejo Integral de Cuencas', Universidad del Azuay, (2015) <<http://www.uazuay.edu.ec/promsa/ecuador.htm>> [Accessed 04.03 2015].
- [9] Penman H.L. 'Vegetation and Hydrology', Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 89 (1963), 53-124.
- [10] Stashevsky N.A., Malov A.N., Fateev D.I. Organizational and technological reliability of building production. Bulletin of Russian Peoples' Friendship University. A series of "engineering research". 2013. № 1. S. 7—12. [Stashevskaya N.A., Malov A.N., Fateev D.I. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost stroitel'nogo proizvodstva. Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya «Inzhenernye issledovaniya». 2013. № 1. S. 7—12.]