ПРОВ. 1951

В. В. ЦИНЗЕРЛИНГ

631.6
Ц64

631.6

ОРОШЕНИЕ НА АМУ-ДАРЬЕ

ОБЩИЕ ОСНОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ПЛАН ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ РАБОТЫ

Инв. № 1483.

Оп.-Исслед. Институт
БИБЛИОТЕКА
Водн. Хозяйства.

ИЗДАНИЕ
УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СРЕДНЕЙ АЗИИ
МОСКВА—1927

VLADIMIR V. ZINSERLING

form. Chief Project Eng'r on Amu-Darya, Turkestan, Russia
form. Ass't Eng'r for California Development Co.
(Imperial Valley Irrigation System)
Calexico, California, U. S. A.

IRRIGATION ON AMU-DARYA

ABBREVIATED TABLE OF CONTENTS.

Part I. General Conditions of Irrigation on Amu-Darya.

I. Introduction.
II. Historical Data.
III. Explorations on Amu-Darya.
IV. Principal Surveys on Amu-Darya.
V. General Description of the Basin of Amu-Darya.
VI. Location of the Water Resources of Amu-Darya.
VII. Climate.
VIII. Irrigable Lands.
IX. Description of Amu-Darya.
X. Discharges of Amu-Darya in 1910—17.
XI. Normal Discharges of Amu-Darya.
XII. Water Resources of Minor Rivers.
XIII. Prediction of the Amu-Darya Supply.
XIV. Silt and Soluble Salts in the Water of Amu-Darya.
XV. Agriculture on Amu-Darya.

Part II. Planning of Hydraulic Works on Amu-Darya.

XVI. Economics of Irrigation Works.
XVII. Main Features of Productive Works on Amu-Darya.
XVIII. Duty of Water.
XIX. Available Water Supply of Amu-Darya.
XX. Major Projects in Kara-Kum Desert.
XXI. Major Projects in the Delta of Amu-Darya
XXII. Minor Projects.
XXIII. Lowering the Level of Aral Sea and Restoration of Sary-Kamysh Lake.
XXIV. Reconstruction of Native Works.
XXV. Utilisation of the Water Resources of Amu-Darya.

Part III. Irrigation of the Delta of Amu-Darya.

XXVI. Soils of the Delta.
XXVII. Irrigable Areas in the Delta.
XXVIII. Cost of Materials and of Construction.
XXIX. Head Works.
XXX. Canals and Minor Works.
XXXI. Colonisation.
XXXII. Ways of Communication.
XXXIII. Financial Results. Conclusion.

Published by the Management of Hydraulic Works in Central Asia.

MOSCOW 1927

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Книга „Орошение на Аму-дарье“ составлена и напечатана для широких кругов русского общества. Автор полагал, что его труд окажется полезным, главным образом, для местных работников в Средней Азии, пред которыми стоит большая задача—строительство новой жизни на восточной окраине Союза. Ирригация занимает в этом строительстве не последнее место.

Автор стремился изложить в общепонятных выражениях проблему водного хозяйства на Аму-дарье во всем ее об'еме, полагая, что, во-первых, оросительное строительство на Аму-дарье является неотложным и, во-вторых, что только в широкой постановке вопроса, исходя из учета всех имеющихся водно-хозяйственных перспектив, представляется возможным правильно наметить первоочередные об'екты строительства. Сообразно с изложенным „Орошение на Аму-дарье“ слагается из трех частей: общих оснований оросительного строительства на Аму-дарье, плана водного хозяйства и первоочередных оросительных проектов.

Как план водного хозяйства на Аму-дарье, так и первоочередные оросительные проекты представляют собой задачи крупного масштаба, в решениях которых роль техники и инженерного искусства являются весьма важными, но не главнейшими. По мнению автора, вопросы крупного оросительного строительства подлежат разрешению не только в среде узких специалистов или в недрах заинтересованного в строительстве ведомства, т.-е. не по-бюрократически, как то неоднократно имело место в прошлом, а с привлечением к этому делу более широкого и вневедомственного круга лиц. Вопросы агрономии, экономики, финансов, транспорта, переселения, землеустройства составляют важнейшие разделы в каждом крупном оросительном проекте, и успех оросительного строительства зависит от правильного решения этих последних вопросов не менее, чем от правильности расчетов чисто технического порядка. Поэтому,

автор полагает, что только в условиях широкой и открытой дискуссии всех „за" и всех „против" того или другого оросительного начинания может выявиться истина. Печатаемый труд содержит все основные элементы первоочередных проектов, с достаточной обстоятельностью выявляющие сущность дела.

Широкое развитие ирригационного строительства представляется возможным лишь при условии применения в строительстве принципа коммерческого расчета. Ирригационное строительство не может развиваться, не имея под собой прочной экономической базы, и сметное кредитование ирригационных работ в дотационном порядке по государственному бюджету не оправдывается никакими политико-экономическими доводами. Нельзя ставить расходы на ирригацию в одну графу с расходами на народное образование, социальное обеспечение и оборону страны. Ирригационное строительство обслуживает нужды вполне определенного, хотя и большого круга лиц и целесообразность строительства измеряется выгодами, получаемыми этими лицами.

Принцип коммерческого расчета в ирригационном строительстве не находится в противоречии с важным государственным значением ирригации, которая создает на месте пустыни многообразные хозяйственные предприятия и является основой чрезвычайно ценного производства — хлопководства. При тщательном и обоснованном выборе об'ектов строительства и при условии применения сооружений соответственных типов, в Средней Азии открываются обширные перспективы для оросительного строительства, рентабельность которого не вызывает сомнений. Таким образом, принцип коммерческого расчета может иметь в ирригационном строительстве Средней Азии безболезненное применение.

В настоящее время лозунгом дня является изыскание и постройка высокорентабельных оросительных проектов, таких, в которых, с одной стороны, можно ожидать скорейшего восстановления вложенных в них капиталов, а с другой—в которых фискальные тяготы окажутся необременительными для населения.

В этом отношении могут служить примером и образцом некоторые оросительные работы английских инженеров в Индии. Например, Ченабский проект в Панджабе. Капитальная стоимость этого проекта составляет около 21 миллиона рублей. Средняя ставка водного налога на Ченабской системе

не превышает 11 рублей на десятину, за счет которого оплачиваются все расходы по эксплоатации системы и все проценты на капиталы. За время 1899—1921 гг. эта система дала чистой прибыли 114 миллионов рублей (1 рупия = 64 коп.).

Не всякое, однако, оросительное строительство является рентабельным. Только при наличии благоприятных природных условий и при условии применения сооружений, обоснованных в экономическом отношении, фискальный и экономический эффекты оросительного строительства являются положительными. Грандиозный кризис, который пережила американская ирригация, должен служить грозным предостережением. В Соединенных Штатах Америки на казенное ирригационное строительство было израсходовано за время 1904—1922 около 375 миллионов рублей, а это строительство не только оказалось нерентабельным, но принесло около 50 миллионов рублей убытку.

Проблема рентабельности оросительного строительства занимает в „Орошении на Аму-дарье" самое главное место. Все расчеты автора во всех разделах его труда составлялись с узко специальной целью—осветить, главным образом, экономическую сторону вопроса.

Следует иметь в виду, что труд „Орошение на Аму-дарье", является как в русской, так и в известной автору иностранной литературе первой попыткой составления на базе экономического анализа плана водного хозяйства для обширного бассейна многоводной реки. Пред автором стояла трудная работа пионера в отношении самой постановки проблемы и в отношении установления методов ее разрешения.

Труд „Орошение на Аму-дарье" заключает в себе результаты пятилетней работы. Вся работа выполнена автором единолично. Печатаемые материалы составляют лишь незначительную, результативную часть общего количества работ, исполненных автором. Учитывая об'ем работы и принимая во внимание тяжелые условия, в которых приходилось работать автору, он полагает, что упрека в медлительности не заслужил.

Первая часть печатаемого труда была издана в 1924 г. Главным Управлением Государственного Строительства. Это издание разошлось. Новое издание печатается с дополнениями, изменениями и исправлениями.

В. Цинзерлинг.

Москва 1927.

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ ПЕРВОЙ ЧАСТИ, ОТ Б. ОТДЕЛА ВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Результаты обширных исследований, произведенных 5-ю крупными изыскательскими партиями 6. Отдела Земельных Улучшений в течение 1913—1917 гг. на территории бассейна Аму-дарьи, оставались до сих пор не опубликованными, если не считать книги С. К. Кондрашева „Орошаемое хозяйство и водопользование в Хивинском оазисе", трактующей специально о вопросах водопользования, и труда А. Тхоржевского „Материалы по гидрометрии рек бассейна Аму-дарьи". Единственные, за этими исключениями, сведения о производившихся изысканиях появлялись на страницах Ежегодников Отдела Земельных Улучшений, но являлись скорее краткими отчетами о ходе работ и не давали цельной картины результатов изысканий, каковые результаты продолжали оставаться достоянием немногих лиц, принимавших участие в работе партий. Такое положение вещей являлось тем более прискорбным, что некоторые районы бассейна Аму-дарьи должны, несомненно, как по своим исключительно благоприятным условиям, так и по значительности массивов пригодных для орошения земель, играть большую роль в будущем ирригационном строительстве в Туркестане.

Автор настоящего труда в свое время состоял Начальником одной из партий, производивших исследования в бассейне Аму-дарьи. В последние годы в его руках были об'единены все имеющиеся материалы по Аму-дарье и, таким образом, он является одним из немногих лиц, которому обработка этих обширных материалов и вывод из них соответствующих заключений были под силу.

Возможный для издания об'ем труда, при богатстве материалов и сложности выводов, значительно стеснял автора, который был вынужден излагать некоторые вопросы более кратко, чем это казалось желательным, а в иных случаях даже прибегать, не искажая результатов, к упрощению изложения...

Настоящее издание должно до некоторой степени пополнить серьезный пробел в русской ирригационной литературе. Выход его в свет кажется тем более своевременным, что к ирригационному строительству в последнее время начинает вновь оживать значительный интерес.

Москва. 1924.

Оглавление.

ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ОСНОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА НА АМУ-ДАРЬЕ.

Глава I. Введение . . . . . 3—10

Новейшие предположения в области оросительного строительства за границей—3. Хлопковый вопрос в СССР—4. Хлопководство и ирригационное хозяйство в Туркестане—6. Необходимость увеличения площади поливных земель в Туркестане—7.

Глава II. Исторические сведения об Аму-дарьинском районе . . 11—20

1. Практическое применение исторических материалои в разработке вопросов оросительного строительства—11.

Оросительные сооружения, как геологический фактор—11.

Изменения в почвах под влиянием орошения—11. Значение истории орошения—12. Древние оросительные сооружения в бассейне Аму-дарьи—13.

2. Некоторые исторические сведения об Аму-дарьинском бассейне—14.

Следы древней культуры в Аму-дарьинском районе — 14. Первые исторические сведения—14. Арабский и последующие периоды—15. Появление монголов—16.

3. Заключение—19.

Глава III. Главнейшие экспедиции и изыскания в бассейне Аму-дарьи . . . . . 21—23

Древние исследователи—21. Главнейшие с'емки в бассейне Аму-дарьи—22.

Глава IV. Изыскания, произведенные в бассейне Аму-дарьи б. Отделом Земельных Улучшений Министерства Земледелия .

Изыскания в пойме Аму-дарьи—25. Изыскания в низовьях Аму-дарьи—25. Работы на левом берегу в Хиве—26. Изыскания в Шураханском участке—27. Геологические исследования—30. Гидромодульные работы—31. Изыскания в Бухаре 31. Изыскания на верхних притоках Аму-дарьи—33. Изыскания в Кара-кумах—33. Изыскания в Прикаспийском районе—34. Почвенные исследования—35. Рекогносцирование исследования—36. Гидрометрические работы—36. Заключение—38.

Глава V. Границы и общее описание территории Аму-дарьинского района . . . . . 40—47

Территории в составе Аму-дарьинского района—42. Краткое описание Аму-дарьинского района—42. Владения Афганистана и Персии в пределах Аму-дарьинского района—45.

Глава VI. Распределение водных запасов Аму-дарьи между Туркестанскими Республиками и Афганистаном . . . . . 48—59

О праве на воду—48. Значение Аму-дарьи—50. Положение и границы водосборного бассейна Аму-дарьи—50. Описание поверхности водосборной части бассейна Аму-дарьи и условия стока—51. Способ установления водных запасов, находящихся во владении Туркестанских Республик—53. Распространение площадей, на которых залегают ледники—53. Распределение ледников между владениями Афганистана и Туркестанскими Республиками—54.

Глава VII. Климатические условия в Аму-дарьинском районе . 60—79

1. Общие замечания—60.

2. Климатическая характеристика Аму-дарьинского района—62.

Безморозный период—66. Осадки—67. Испарение—70. Влажность воздуха—71.

3. Климат дельты Аму-дарьи—72.

Средние значения главных климатических элементов—72. Климатическая характеристика дельты—73.

4. Общее заключение о климате—74.

Пригодность климата в Аму-дарьинском районе для хлопководства—74. Вопрос об изменении климата—79.

Глава VIII. Распространение пригодных для орошения земель . 80—84

1. Краткие статистические сведения о Туркестане и Аму-дарьинском районе—80.

2. Пригодные для орошения земли—81.

Происхождение пригодных для орошения земель—81. Распространение и площадь пригодных для орошения земель—81.

Глава IX. Описание Аму-дарьи . . . . . 85—113

1. Истоки и верхнее течение—85.

2. Аму-дарья в равнинной части—87.

Верхний участок—88. Средний участок—89.

3. Аму-дарья в пределах дельты—90.

Аму-дарья в Верхней дельте—91. Средняя дельта—93. Нижняя дельта—94.

4. Старые русла Аму-дарьи и Сыр-дарьи—96.

5. Гидравлические элементы русла Аму-дарьи—100.

Характер русла Аму-дарьи и грунты, в которых оно проложено—100. Уклоны—102. Режим живого сечения, размывы и намывы—104. Горизонтальные перемещения русла—108. Глубина и ширина русла—110.

6. Водный режим Аму-дарьи—110.

Общие сведения о режиме—110. Режим горизонтов—111.

Глава X. Водные запасы Аму-дарьи в 1910—1917 гг. . . . . 114—142

Обзор материалов по наблюдениям над расходами—114.

1. Зависимость между горизонтами и расходами—116.

2. Определение средних суточных расходов Аму-дарьи.

Способ Стаута—119. Точность способа Стаута—121.

3. Расходы Аму-дарьи за 1910—1917 гг.—126.
Суточные расходы—126. Средние месячные расходы—130.
4. Пригодность естественного режима Аму-дарьи для оросительного хозяйства—132.
5. Расходы в Нижней дельте Аму-дарьи—135.
Зависимость между расходами Аму-дарьи и верхнем и нижнем течении—135.
6. Потери воды в Аму-дарье на фильтрацию, на испарение и из'ятия на орошение между Керками и Нукусом—139.
7. Использование гидрометрических наблюдений у Нукуса для более точного установления расходов у Керков—141.

Глава XI. Нормальные расходы Аму-дарьи 143–158

Водоносность Аму-дарьи за период 1910—1917 гг.—143. Режим Аральского моря и нормальные расходы Аму-дарьи—144. Точность метода определения нормальных расходов—154. Нормальные средние месячные расходы Аму-дарьи—157.

Глава XII. Водные запасы других источников, находящихся в Аму-дарьинском районе 159–170

1. Водные запасы поверхностного стока—159.
Перечень главных источников, их расположение и водные запасы—159. Распределение водных запасов южных бассейнов между Туркестаном, Персией и Афганистаном—162. Свободные воды южного водосбора—164.
2. Запасы подземных вод—165.
Значение подземных вод в оросительном хозяйстве—165. Полезные запасы подземных вод в южном бассейне—166.
3. Заключение—169.
Общее количество водных запасов в Аму-дарьинском районе—169. Ценность водных запасов—170.

Глава XIII. Прогноз расходов воды в Аму-дарье 171–189

1. Задачи и методы прогноза расходов воды в Аму-дарье.
Задачи прогноза—171. Способы предсказания—172.
2. Предсказания, основанные на зависимости между расходами в верховьях и низовьях Аму-дарьи.
Время прохождения водами в Аму-дарье пути между верховьями реки и дельтой—172. Зависимость между горизонтами и расходами воды в верхнем и нижнем течении реки—173.
3. Предсказание расходов воды в Аму-дарье на основании метеорологических наблюдений—175.
Недостатки краткосрочных предсказаний по телеграфу—175. Общие замечания—176. Основные материалы по прогнозу—177. Прогноз апрельских расходов Аму-дарьи—182. Прогноз майских расходов—185. Прогноз летних расходов—187. Заключение—189.

Глава XIV. Состав воды в Аму-дарье 190–204

1. Взвешенные наносы—190.
Количество и режим взвешенных наносов—190. Механический состав взвешенных наносов—194. Химический состав взвешенных наносов—196. Удобрительные свойства аму-дарьинских наносов—197.

2. Растворенные наносы—198.

Количество растворенных наносов—198. Поступление растворенных наносов в Аральское море—201. Возможный возраст Аральского моря—202. Химический состав растворенных солей—203.

Глава XV. Земледелие на Аму-дарье 205–224

Земледелие и оросительное строительство—205. Состояние земледельческого искусства в Туркестане—206. Основные приемы земледелия, применяемые туземным населением—207. Затрата труда в туземном хозяйстве—208. Размеры хозяйства—212. Распределение культур—213. Бюджет хозяйства—216. Заключение—220.

ЧАСТЬ II. ПЛАН ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА.

Глава XVI. Экономика оросительного строительства 225–251

Общие замечания—225. Опыт заграницы, Индии и Соединенных Штатов Америки—228.

1. Доходность оросительных сооружений—231.

Общие основания—231. Водный налог в Индии, Месопотамии и Египте—232. Водный налог в Соед. Штатах Америки—235. Заключение—236.

2. Доходность земледелия и ставка водного налога на Аму-дарье—237.

Относительная ставка водного налога—237. Размер ставки водного налога на Аму-дарье—238.

3. Стоимость оросительного строительства—242.

Предельная стоимость экономически обоснованных оросительных проектов в Аму-дарьинском районе.—246.

4. Виртуальная стоимость и эффективная площадь орошения—248.

Глава XVII. Техническая характеристика рентабельных оросительных сооружений на Аму-дарье 252–298

Общая техническая характеристика рентабельных сооружений.—252.

1. Коэффициент поливной площади—258.

Определение—258. Коэффициенты поливной площади, находящие применение в ирригационной практике—264. Коэффициенты поливной площади, принятые в проекте—270. Экономическое значение коэффициента поливной площади—276. Заключение—281.

2. Пионерное строительство—285.

3. Экономика оросительного строительства в малых оросительных предприятиях—291.

4. Оросительные предприятия плантационного типа—294.

Глава XVIII. Нормы и сроки поливов 299–317

Оптимальные нормы и сроки поливов—299. Средние оптимальные нормы поливов—309. Проектный поливной модуль—310.

Глава XIX. Полезные расходы Аму-дарьи и ее оросительная способность 318–336

Основания исчисления полезных расходов—318. Полезные расходы Аму-дарьи—320. Поливной модуль, согласованный с режимом полезных расходов Аму-дарьи—325. Оросительная способность Аму-дарьи—330. Недоступные для орошения воды Аму-дарьи—333. Сравнение полезных и минимум-миниморных расходов—334.

Глава XX. Большие оросительные проекты на Аму-дарье с каналом через пустыню Кара-кум 337–385

Общие замечания.

1. Описание земель, пригодных для орошения посредством Кара-кумского канала—338.

Песчаная равнина — 339. Пригодные для орошения земли на Мургабе—344. Пригодные для орошения земли в пойме и в низовьях Теджена—347. Пригодные для орошения земли у подножия Копет-дага—350. Пригодные для орошения земли в Прикаспийском районе—353. Итоги—356.

2. Схемы и варианты Кара-кумских оросительных проектов—357.

Верхняя схема—357. Средняя схема—364. Нижняя схема—370. Заключение—381.

Глава XXI. Большие оросительные проекты в Низовьях Аму-дарьи 386–484

1. Описание Низовьев Аму-дарьи—386.

Физико-географическое происхождение Низовьев—386. Распространение пригодных для орошения земель в Низовьях Аму-дарьи—392.

2. Способы орошения новых земель и районирование Низовьев Аму-дарьи—392.

Паводковые каналы—399. Регулярные каналы—405. Полурегулярные каналы—406. Заключение—408.

3. Ирригационные районы в Низовьях Аму-дарьи—410.

Хивинский район—412. Мангытский район—413. Куня-дарьинский район 414. Чимбайский район—415. Заключение—416.

4. Районные варианты орошении в Низовьях Аму-дарьи—417.

Обзор вариантов—417. Стоимость головных сооружений—409. Стоимость магистральных каналов—420. Расходы по устройству распределительной, сбросной и мелкой сетей—421. Стоимость эксплоатации—422. Эффективность орошения—426. Удельная стоимость и рентабельность орошения—426.

5. Проблема переустройства существующих оросительных систем — 428.

Стоимость переустройства существующих оросительных систем—428. Экономическое значение работ по переустройству существующего орошения—435.

6. Краткое описание основных вариантов оросительных проектов в Низовьях Аму-дарьи—439.

А. Варианты с плотиной на Аму-дарье—439.

Хивинский проект — 439. Мангытский проект — 444. Чимбай-Куня-дарьинский проект — 446. Хива-Мангытский проект — 448. Мангыт-Куня-дарьинский проект 453.

Б. Варианты полурегулярного орошения в Низовьях Аму-дарьи—453.

Хивинский проект — 453. Мангытский проект — 458. Чимбайский проект—459. Заключение—470.

7. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом—472.

Глава XXII. Малые оросительные проекты на Аму-дарье . . . 485–496

Общие соображения — 485. Малые проекты с самотечным орошением — 487. Малые проекты с механическим под'емом воды — 492. Оросительные проекты в Афганском Туркестане—494. Заключение — 496.

Глава XXIII. Проблемы регулирования уровня воды в Аральском море и восстановления Сары-камышского озера . . . . . 497—557

1. Разливы Аму-дарьи—497.

Описание разливов—497. История образования разливов—499. Значение разливов—506. Причины существования разливов в дельте Аму-дарьи—508. Способы осушения разливов—511.

2. Проблема понижения уровня Аральского моря—514.

Общие соображения—514. Проектный режим Аральского моря—516.

3. Основные задания для устройства сброса вод из Аму-дарьи в Сары-камыш и в Каспийское море.

Описание Сары-камышской котловины—523. Условия заполнения Сары-камышской котловины—526. Куня-дарья—529. Узбой—532. Итоги—534.

4. Практическое значение пропуска вод из Аму-дарьи в Куня-дарью, в Сары-камышскую котловину и далее в Каспийское море—534.

Устройство водного пути между Аму-дарьей и Каспийским морем—534. Устройство Сары-камышского водохранилища и использование сбросных вод на орошение—537. Утилизация водной энергии на Куня-дарье—542. Морской порт на Сары-камышском озере и водный путь между озером и Каспийским морем—548. Заключение—553.

Глава XXIV. Проблема улучшения существующего орошения на Аму-дарье . . . . . 558—592

1. Паводковые каналы—559.

Описание паводковых каналов—559. Регулирование водного режима в паводковых каналах—562. Борьба с заилением на паводковых каналах—573. Борьба с Аму-дарьей—580.

2. Проблема чигирного орошения—582.

3. Перспективы коренного улучшения туземной ирригации—590.

Глава XXV. План распределения вод Аму-дарьи . . . . . 593—609

Общие соображения о плановом начале в ирригационном строительстве—593. Судоходство на Аму-дарье—596. Перспективы развития гидроэлектрической промышленности на Аму-дарье—598. Рыболовство на Аму-дарье—599. Распределение полезных вод Аму-дарьи—599. Схема распределения вод живого потока Аму-дарьи—605.

ЧАСТЬ III. ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ в НИЗОВЬЯХ АМУ-ДАРЬИ. (Проект орошения дельты).

Глава XXVI. Почвы Чимбайского и Куня-дарьинского районов . 612—627

Общие замечания—612. Механический состав почв—615. Химический состав почвы—618. Растворимые соли в почвах Чимбайского и Куня-дарьинского районов—621. Заключение—626.

Глава XXVII. Проектная поливная площадь в Чимбайском и Куня-дарьинском районах . . . . . 629—638

Схема распределительной сети в Куня-дарьинском районе—630. Проектная поливная площадь в Куня-дарьинском районе—632. Проектная распределительная сеть в Чимбайском участке—632. Проектная поливная площадь в Чимбайском районе—636. Заключение—636.

Глава XXVIII. Условия производства строительных работ в Низовьях Аму-дарьи . . . . . 639—648

К вопросу о наиболее целесообразных типах сооружений—639. Расценки на рабочую силу, принятые в проектных расчетах — 641. Расценки на строительные материалы—641. Расценки на главные работы—644. Типы сооружений—644.

Глава XXIX. Головные сооружения в проекте орошения Куня-дарьинского и Чимбайского районов . . . . . 649—676

1. Основные задания—649.

2. Описание головных сооружений—655.

Грунты и основания — 655. Плотина — 656. Промывные шлюзы—658. Судоходный шлюз — 659. Подпор высоких вод — 659. Головные регуляторы для магистральных каналов — 660. Регулятор для Куня-дарьинского сброса—662.

3. Количество работ в головных сооружениях—663.

4. Стоимость головных сооружений—663.

Общие замечания — 663. Количество и стоимость строительных материалов—666. План производства строительных работ и стоимость строительного оборудования—667. Стоимость земляных работ, устройства перемычек и другие расходы—672. Итого—674.

Глава XXX. Каналы и линейные сооружения . . . . . 677—691

Чимбайский магистральный канал—677. Куня-дарьинский магистральный канал—679. Куня-дарьинский сброс—680. Распределительные и сбросные каналы—684. Линейные сооружения—687. Мелкая сеть—691.

Глава XXXI. Условия заселения новых орошенных земель . . . 692—700

Прежние попытки заселения свободных земель в Туркестане — 692. Опыт колонизации Голодной степи — 695. Кем заселять вновь орошенные в Туркестане земли — 696. Стоимость заселения новых земель в Туркестане—698.

Глава XXXII. Задачи транспортного строительства в Низовьях Аму-дарьи . . . . . 701—715

Проблема транспорта в Низовьях Аму-дарьи—701. — Линия Александров Гай—Чарджуй—703. Линия Кунград—Чарджуй—705. Смешанный водно-железнодорожный путь Хива-Такиа-таш—Ак-бугут—ст. «Аральское море». Первоочередные работы — 708. Дальнейшее развитие транспортной сети в Низовьях Аму-дарьи—711.

Глава XXXIII. Экономическое значение водно-хозяйственного строительства в дельте Аму-дарьи. Заключение. . . . . 716—732

Рентабельность строительства первой очереди—716. Стоимость всех работ по устроению Низовьев Аму-дарьи и план финансирования этих работ — 719. Экономическое значение работ по устроению Низовьев Аму-дарьи—721. Заключение—726.

Приложение 1. Материалы к прогнозу расходов воды в Аму-дарье . . . . . 735—769

Приложение 2. Ведомость горизонтов и расходов воды в Аму-дарье у Керков за 1910—1917 г.г. . . . . 769—772

Приложение 3. Ведомость средних суточных расходов воды в Аму-дарье у Керков и у Нукуса, определенных по способу Стаута . . . . . 773—786

Приложение 4. Зависимость между пиковыми расходами и горизонтами воды в Аму-дарье у Керков и Нукуса за 1913—1914 г.г. . . . . 787—792

Приложение 5. Ведомость полезных расходов в Аму-дарье у Керков и у Нукуса за 1910—1916 г.г. и для много- и маловодных периодов водоносности 793

Указатель предметов и авторов. 798

Опечатки 809

Перечень таблиц.

1. Площади хлопковых посевов в Туркестане и урожай волокна за период 1910—1922 гг. 5
2. Распределение водосборных земель в пределах Аму-дарьинского района 46
3. Осадки в водосборной части бассейна Аму-дарьи. 52
4. Гипсометрические данные о водосборной площади бассейна Аму-дарьи . 55
5. Данные о гипсометрическом распределении водосборной площади Аму-дарьи между Туркестаном и Афганистаном. 56
6. Распределение площадей, на которых образуются ледники 58
7. Вероятные водные запасы Аму-дарьи, образующиеся на территории Туркестана, для среднего года. 58
8. Ведомость метеорологических станций в бассейне Аму-дарьи . . . 63
9. Средние месячные температуры воздуха. 63
10. Амплитуда средних температур 64
11. Число дней с морозом 64
12. Абсолютные максимумы температур 65
13. Абсолютные минимумы температур 65
14. Число дней с морозом без оттепелей 66
15. Время наступления и окончания заморозков и продолжительность безморозного периода 66
16. Среднее количество осадков, выпадающих в течение месяца 67
17. Число дней с осадками 68
18. Максимум осадков 69
19. Испаряемость 70
20. Средняя относительная влажность воздуха, в процентах в течение вегетационного периода 71
21. Нормальные средние месячные температуры 73
22. Нормальные сроки окончания и начала морозов и продолжительность безморозного периода 73
23. Средняя относительная влажность воздуха в процентах 73
24. Общие статистические данные о Туркестане и Аму-дарьинском районе 80
25. Механический состав аму-дарьинских наносных грунтов 101
26. Средние уклоны Аму-дарьи и Пянджа 102
27. Изменение глубины, ширины и площади живого сечения русла Аму-дарьи у Керков 104
28. Изменения сечения русла Аму-дарьи у Керков 105

29. Предельные горизонты высоких и низких вод, наблюдавшиеся на Аму-дарье у Керков, у Чарджуя и у Нукуса 112
30. Изменения расходов воды в Аму-дарье у Керков, при одном и том же горизонте реки 117
31. Изменения горизонта Аму-дарьи при одном и том же расходе воды . 117
32. Возможное изменение расхода воды, соответствующее определенному повышению горизонта 117
33. Некоторые средние месячные горизонты и соответствующие им расходы воды у Керков. 118
34. Некоторые средние годовые горизонты и соответствующие им расходы воды у Керков 118
35. Наибольшие и наименьшие суточные расходы Аму-дарьи у Керков . 129
36. Средние месячные расходы воды в Аму-дарье на постах у Нукуса и у Керков 130
37. Средние месячные расходы Аму-дарьи у Нукуса и у Керков 137
38. Средние потери воды в Аму-дарье на пути между Керками и Нукусом по наблюдениям 1912—1917 гг. 138
39. Распределение потерь воды в Аму-дарье на пути между Керками и Нукусом 141
40. Гипсометрические элементы котловины Аральского моря 146
41. Среднее годовое количество осадков в Казалинске 147
42. Испарение в Казалинске 147
43. Изменения уровня воды, площади поверхности и об'ема воды в Аральском море за период 1880—1915 гг. 150
44. Средние годовые потери на испарение в Аральском море за период времени 1880—1915 гг. 150
45. Об'ем воды, выпавшей, в среднем за год, в виде осадков над поверхностью Аральского моря, за время 1880—1912 гг. 151
46. Вероятные нормальные годовые расходы воды в Аму-дарье . . . 153
47. Вероятные нормальные месячные расходы воды в Аму-дарье у Керков и Нукуса за многоводный период 1880—1915 гг. и за предстоящий маловодный период 1915—1950 гг. 158
48. Водные запасы в южном водосборном бассейне Аму-дарьинского района, для среднего года 161
49. Южный водосборный бассейн. Распределение водных запасов . . . 164
50. Зависимость между средними пиковыми расходами воды у Керков и у Нукуса 173
51. Соотношение между месячными расходами воды в Аму-дарье и средними расходами за 1910—1917 гг. (у Керков) 179
52. Диаграмма средних месячных расходов воды в Аму-дарье у Керков, по сравнению со средними расходами за период 1910—1917 гг. 180
53. Аномалии средних месячных температур воздуха в Керках и Термезе за 1910—1917 гг. 180
54. Аномалии средних месячных осадков в Керках и Термезе за 1910—1917 гг. 181
55. Диаграмма аномалий средних месячных температур в Керках и Термезе, по сравнению со средними значениями за период 1910—1917 гг. . . 181
56. Диаграмма аномалий средних месячных осадков в Керках и Термезе, по сравнению со средними значениями за период времени 1910—1917 гг. . . . 182
57. Аномалии зимних запасов стока в водосборной части бассейна Аму-дарьи 184
58. Апрельские аномалии расходов воды в Аму-дарье и их зависимость от аномалий запаса стока и мартовских осадков 184
59. Майские аномалии расходов воды в Аму-дарье 186
60. Аномалии температур воздуха на Посту Памирском 188

61. Диаграмма аномалий температур воздуха на Посту Памирском, по сравнению со средними температурами за 1910—1917 гг. 188
62. Взвешенные наносы в Аму-дарье у Керков 191
63. Взвешенные наносы, содержащиеся в воде Аму-дарьи у Чарджуя и в Ниле у Каира, в процентах по весу 193
64. Взвешенные наносы в Аму-дарье у Чарджуя и в Ниле у Каира . . . 193
65. Механический состав взвешенных наносов Аму-дарьи и Нила . . . 195
66. Химический состав взвешенных наносов в воде Аму-дарьи и Нила. 196
67. Количество минеральных веществ, поступающих в почву при орошении водами Аму-дарьи и Нила, в пудах на 1 десятину в год, при оросительной норме в 850 куб. саж. . . . . .
68. Удобрительная ценность взвешенных наносов, содержащихся в аму-дарьинской и нильской воде 198
69. Среднее содержание растворенных солей в воде Аму-дарьи у Керков и Нила у Каира 199
70. Количество растворимых солей в аму-дарьинской воде по наблюдениям в Керках и Нукусе 201
71. Химический состав плотного осадка в воде Аму-дарьи у Керков . 203
72. Состав плотного осадка в воде Аму-дарьи у Керков, за зимнее и летнее полугодия 1912—1913 гг. 203
73. Обеспечение хозяйств рабочей силой 210
74. Расход рабочей силы в хозяйстве 211
75. Распределение поливной площади и рабочей силы 212
76. Распределение сельскохозяйственных культур в туземных хозяйствах б. Аму-дарьинского Отдела 214
77. Средняя урожайность главных культур в Низовьях Аму-дарьи и ценность урожая. 215
78. Доходность хозяйства 216
79. Средний годовой расходный бюджет в туземном хозяйстве в б. Аму-дарьинском Отделе 217
80. Средние ставки водного налога в Индии 233
81. Средняя валовая доходность земледелия на Аму-дарье в существующих туземных хозяйствах 239
82. Валовая доходность земледелия в проектном хозяйстве 241
82а. Зависимость между коэффициентами поливной площади и подземного стока, в условиях Низовьев Аму-дарьи 261
83. Средние размеры площадей смоченной поверхности в оросительной сети Чимбайского проекта 272
84. Количество инфильтрационных вод, поступающих в подпочву из Чимбайской оросительной сети 273
85. Коэффициент поливной площади и потребный модуль подземного стока в условиях Чимбайского проекта 274
86. Влияние коэффициента поливной площади на удельную стоимость головных сооружений в условиях Низовьев Аму-дарьи 277
87. Стоимость устройства орошения при различных коэффициентах поливной площади в условиях Низовьев Аму-дарьи. 278
88. Сравнение капитальных затрат по устройству оросительной системы с коэффициентом поливной площади в 50% и в 90%, в условиях Низовьев Аму-дарьи 280
89. Оптимальные сроки и нормы поливов главных сельскохозяйственных культур в Низовьях Аму-дарьи 302
90. Оптимальные нормы и сроки поливов главных сельскохозяйственных культур в верховьях Аму-дарьи 304
91. Оптимальные нормы и сроки поливов главных сельскохозяйственных культур в Мургаб-Тедженском районе 306

92. Поливные и оросительные нормы в Низовьях Аму-дарьи, принятые в проектных расчетах 308
93. Средние оптимальные поливные нормы в проектном хозяйстве в Низовьях Аму-дарьи 311
94. Проектный поливной модуль, принятый в проекте орошения дельты Аму-дарьи 314
95. Средние поливные нормы для верховьев Аму-дарьи, Мургаб-Теджен-ского района и для дельты Аму-дарьи 317
96. Средние нормальные полезные расходы воды в Аму-дарье у Керков и у Нукуса 325
97. Средние за 10 дней нормальные полезные расходы воды в Аму-дарье для маловодного периода у Керков и у Нукуса 326
98. Поливной модуль в Низовьях Аму-дарьи, согласованный с режимом полезных расходов у Нукуса 328
99. Поливные нормы для главных культур в Низовьях Аму-дарьи . . . 329
100. Сравнение полезных и минимум-миниморных запасов вод в Аму-дарье, за период 1910—1917 гг., у Керков 335
101. Площади пригодных для орошения земель, расположенные в районе проектного Кара-кумского канала, с подразделением на удобные и доступные для орошения водами Аму-дарьи и с указанием возможной поливной площади 357
102. Проектные поливные площади на Верхнем Кара-кумском канале . . 360
103. Потери на фильтрацию в зависимости от размеров смоченной поверх-ности в русле канала 362
104. Основные элементы Верхнего Кара-кумского канала 363
105. Основные элементы Среднего Кара-кумского канала 367
106. Основные элементы Нижнего Кара-кумского канала 373
107. Земельные запасы в Низовьях Аму-дарьи 416
108. Средняя валовая доходность оросительных сооружений в Низовьях Аму-дарьи 429
109. Эксплоатационные расходы на оросительных каналах в Низовьях Аму-дарьи 429
110. Экономически допустимые расходы на работы по переустройству . 461
111. Действительное и эффективное увеличение поливной площади в основных вариантах орошения в Низовьях Аму-дарьи 461
112. Строительная и капитальная стоимость вариантов орошения в Ни-зовьях Аму-дарьи. . . . . .
113. Рентабельность работ по устройству нового орошения и по пере-устройству существующего в Низовьях Аму-дарьи 463
114. Виртуальная стоимость нового орошения в основных вариантах в Низовьях Аму-дарьи 465
115. Рентабельность нового орошения в основных вариантах орошения в Низовьях Аму-дарьи 465
116. Стоимость работ по переустройству существующего орошения в Низовьях Аму-дарьи 467
117. Рентабельность работ по переустройству существующего орошения . 467
118. Виртуальная стоимость всех работ 469
119. Стоимость и рентабельность всех работ по орошению в Низовьях Аму-дарьи 469
120. Эффективное увеличение поливной площади в схемах орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. 477
121. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. Рентабельность всех работ по устройству орошения 479
122. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. Виртуальная стои-мость всех работ, новое орошение и переустройство существующего 479
123. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. Строительная стои-мость 480

124. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. Эффективное увеличение поливной площади нового орошения 480
125. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. Рентабельность нового орошения 481
126. Схемы орошения Низовьев Аму-дарьи в целом. Виртуальная стоимость нового орошения 481
127. Малые оросительные проекты на Аму-дарье и ее притоках. 495
128. Режим уровня воды в Аральском море, в случае сброса части вод Аму-дарьи по Куня-дарье. 519
129. Площади поверхности и об'емы Сары-камышской котловины 525
130. Время заполнения Сары-камышской котловины 527
131. Мощность гидравлической установки на Куня-дарье, в зависимости от расхода воды и соответствующей этому расходу поверхности испарения в нижнем бьефе 544
132. Схематический расчет голов паводкового канала 566
133. Схема использования полезных вод Аму-дарьи в оросительных проектах первой очереди. 602
134. Количество воды, требующееся для орошения свободных поливных земель в Низовьях Аму-дарьи и в верхнем течении, а также на существующих оросительных системах, при условии коренного переустройства последних 603
135. Схема распределения вод Аму-дарьи между Аральским морем и Сары-камышской котловиной 606
136. Схема распределения вод Аму-дарьи, после осуществления первоочередных оросительных проектов 608
137. Механический состав почв в Низовьях Аму-дарьи 617
138. Химический состав почв в Низовьях Аму-дарьи 618
139. Зависимость химического состава почв от рыхлости 619
140. Химический состав плодородных почв в Мессопотамии и в дельте Нила 620
141. Запасы органических веществ в аму-дарьинских почвах 621
142. Анализ водных вытяжек из аму-дарьинских почв 623
143. Анализ водных вытяжек из солонцевых почв в Низовьях Аму-дарьи 625
144. Химический состав плотного остатка водных вытяжек 626
145. Проектная поливная площадь в Куня-дарьинском районе 633
146. Проектная поливная площадь в Чимбайском районе 637
147. Ведомость расценок на рабочую силу, принятых в проектных расчетах 642
148. Ведомость расценок на главные привозные материалы, принятых в проектных расчетах 643
149. Ведомость средних расценок на основные строительные материалы местного производства, принятых в проектных расчетах 643
150. Ведомость принятых в проектных расчетах расценок на производство основных категорий строительных работ 645
151. Количество работ в головных сооружениях и в регуляторе Куня-дарьинского сброса 664
152. Количество и стоимость строительных материалов в головных сооружениях и в регуляторе Куня-дарьинского сброса 666
153. Перечень и стоимость строительного оборудования для производства каменных, бетонных и свайных работ на головных сооружениях и на регуляторе Куня-дарьинского сброса 670
154. Строительная стоимость головных сооружений и регулятора Куня-дарьинского сброса 674
155. Количество основных работ и их стоимость в плотине на Ниле у Иснэ и в головных сооружениях на Аму-дарье у Такиа-таш 676
156. Количество и состав взвешенных наносов в водах Инда, Аму-дарьи и Нила 678

157. Количество земляных работ и их стоимость на каналах распределительной и сбросной сети 687
158. Стоимость линейных сооружений на системе канала Сипай-яб . . 690
159. Ожидаемый грузооборот на железной дороге Кунград—Чарджуй . . 706
160. Капитальная стоимость работ первой очереди в Низовьях Аму-дарьи. 718
161. План финансирования оросительных работ и по устройству путей сообщения в Низовьях Аму-дарьи, в миллионах рублей в год 720

Перечень рисунков.

1. График площадей высоких земель в бассейне Аму-дарьи в целом, и в пределах Афганистана, в частности 57
2. Продольный профиль Аму-дарьи по стрежню реки от начала Хивинского оазиса до Нукуса 103
3. График изменений живого сечения Аму-дарьи на среднем створе гидрометрической станции в Керках 106
4. График колебаний среднего дна Аму-дарьи у Керков 108
5. Зависимость горизонтов и расходов воды в Аму-дарье 115
6. Поправка Стаута для горизонтов 120
7. Кривая изменения во времени поправок Стаута 120
8. Кривая поправок Стаута 122
9. Кривые зависимости горизонтов и расходов воды в Аму-дарье у Керков по наблюдениям в 1915 г. 123
10. Графики колебания расходов воды в Аму-дарье у Керков и поправок Стаута по наблюдениям в 1915 г. 124
11. График колебания расходов и горизонтов воды в Аму-дарье у Керков и у Нукуса за 1910—1911 гг. 126
12. Тоже за 1911—1912 гг. 127
13. Тоже за 1912—1913 гг. 128
14. Тоже за 1913—1914 гг. 131
15. Тоже за 1914—1915 гг. 132
16. Тоже за 1915—1916 гг. 133
17. Тоже за 1916—1917 гг. 134
18. График колебания уровня воды в Аральском море 144
19. Кривые об'емов и площадей водной поверхности котловины, занятой Аральским морем 146
20. Схема распространения главнейших климатических элементов в районе Аральского моря 148
21. Продольные профиля поверхности земли и зеркала грунтовых вод до и после орошения 257
22. Действительные и полезные расходы воды в источнике 321
23. Полезные расходы воды в Аму-дарье 323
24. Гипсометрическая карта Арало-Сары-камышской котловины 388
25. Физико-географическая карта Низовьев Аму-дарьи 389
26. Схематическая карта расположения ирригационных районов в Низовьях Аму-дарьи 411
27. Варианты схемы переустройства канала Палван-ата 431
28. Схематический профиль реки и оросительного канала, с высоко заложенной и глубокой головой 455
29. Проектные схемы орошения Низовьев Аму-дарьи 475
30. Гидрографическая карта Низовьев Аму-дарьи по с'емке 1915 г. . . 498
31. Распределение вод в дельте Аму-дарьи в начале и в конце XIX века 502
32. График режима уровня Аральского моря, при условии сброса части вод из Аму-дарьи в Сары-камышскую котловину 521
33. Кривые площадей водной поверхности и об'емов озера Сары-камыш 524
34. График заполнения Сары-камышской котловины 527

35. График зависимости уровня воды в Сары-камышском озере и Аральском море от среднего годового расхода воды в Куня-дарье 528
36. Схемы использования сбросовых вод Аму-дарьи 535
37. Кривые зависимости мощности гидро-электрической установки на Куня-дарье от количества сбрасываемых вод в озеро Сары-камыш и от высоты стояния воды в этом озере 545
38. Схема многоголовного питания паводкового канала 563
39. Схематический чертеж расположения голов паводкового канала . . 566
40. Схема расположения головного регулятора на паводковом канале на Инде 572
41. Схематический профиль головного участка оросительного канала до и после расчистки землесосом 577
42. Генеральный план местности в районе головных сооружений . . . 650
43. Кривые зависимости площади командования от высоты подпора на плотине у Такиа-таш 653
44. Генеральный план головных сооружений 654
45. Геологический разрез по оси плотины 657
46. График пропускной способности шлюзов и плотины 660
47. Кривые распространения подпора высоких вод в Аму-дарье от плотины у Такиа-таш 661
48. План расположения строительного оборудования на постройке головных сооружений у Такиа-таш 668
49. Поперечное сечение Аму-дарьи у головных сооружений и местоположение перемычек 669
50. Поперечное сечение баража на Ниле у Исна и плотины от Аму-дарье у Такиа-таш 675
51. Кривая критических скоростей течения воды, принятых в проектных каналах в Низовьях Аму-дарьи 679
52. План проектной системы Сипай-яб 686
53. Схема проектных железнодорожных и водных путей сообщения в Низовьях Аму-дарьи 709

Перечень фотографий.

1. Куня-Ургенч. Минарет. Памятник зодчества X века 16
2. Куня-Ургенч. Гробница Тюрябек-ханым. Памятник зодчества X века 17
3. Куня-Ургенч. Плафон в мавзолее Тюрябек-ханым. Памятник зодчества X века 18
4. Средне-азиатская пустыня. Ландшафт в пустыне Кара-кум 41
5. Усадьба на берегу Аму-дарьи 42
6. Тугайная растительность, туркестанские джунгли в пойме Аму-дарьи 43
7. Средне азиатская пустыня. Типичный ландшафт в пустыне Кызыл-кум. 44
8. Средне-азиатская пустыня. Ландшафт в центральной части Кызыл-кум у подножия гор Ак-тау 45
9. Пригодные для орошения земли в Низовьях Аму-дарьи 82
10. Мост через Аму-дарью у Чарджуя 84
11. Голова оросительного канала на берегу Аму-дарьи 89
12. Пароход на Аму-дарье 90
13. Переправа в каюке через Аму-дарью у Таш-сака 91
14. Канал Шават в Хивинском оазисе около Нового Ургенча 92
15. Аму-дарья у Нукуса 95
16. Вид с горы Кубе-тау на разливы Аму-дарьи 95
17. Разливы Аму-дарьи 97
18. Очистка оросительного канала Саубет-ярган в Хивинском оазисе . 209
19. Старое русло Кро-узяк в Чимбайском районе 391
20. Растительный покров на гумозных почвах 395

21. Заросли засыхающего гребенщика на гумозных почвах в Низовьях Аму-дарьи 396
22. Разливы Аму-дарьи 397
23. Голова паводкового канала в Низовьях Аму-дарьи 400
24. Базарная улица в Чимбае 504
25. Проток Канд-узяк, около истока 505
26. „Камышевая" деревня в разливах Аму-дарьи 507
27. Дамбы на берегу Аму-дарьи, ниже Нукуса, для защиты от разливов высоких вод 509
28. „Дорога" в разливах Аму-дарьи 510
29. Солонцеватые почвы около Аральского моря 522
30. Русло Куня-дарьи 529
31. Куня-дарья 530
32. Куня-дарья 531
33. Проток Аму-дарьи, служащий головным участком паводкового канала 567
34. Постройка фашинной плотины на Аму-дарье 568
35. Землесос на расчистке оросительного канала в Калифорнии 576
36. Экскаватор на расчистке оросительного канала в Калифорнии . . . 578
37. Расчистка оросительного канала, посредством экскаватора, в Калифорнии 579
38. Чигири. 583
39. Глубокий распределительный канал в районе чигирного орошения . 584
40. Чигирь малого размера в работе 586
41. Водопод'емное приспособление с ручным приводом 587
42. Водопод'емные приспособления в виде водяных колес 589
43. Древний канал в районе Сипай-ябской оросительной системы . . . 631
44. Типичный ландшафт в Чимбайском районе на окрайке разливов . . 635
45. Вид на теснину Такиа-таш 652
46. Куванш-джарма, около головы канала Кегели 677
47. Развалины древнего канала Сипай-яб 685
48. Яны-су. 715

Рисунки, вклеенные внутри текста.

Поливные нормы (в красках) 320
Действительные и полезные расходы воды в Аму-дарье у Керков за 1911—1917 г.г. (в красках) 336

Перечень графических приложений.

1. Карта бассейна Аму-дарьи с обозначением районов изысканий.
2. Гипсометрическая карта бассейна Аму-дарьи.
3. Продольный профиль Аму-дарьи от устья Вакша до Аральского моря.
4. Почвенная карта долин Мургаба и Теджена (в красках).
5. Почвенная карта Низовьев Аму-дарьи (в красках).
6. Карта южной половины пустыни Кара-кум (в красках).
7. Продольный профиль хода по Куня-дарье, Сары-камышской котловине, Узбою и через Нижнюю дельту Аму-дарьи и котловину под Аральским морем (в красках).
8. Карта Низовьев Аму-дарьи в горизонталях с обозначением проектных каналов (в красках).
9. План проектных головных сооружений на Аму-дарье у Такиа-таш.
10. Продольные разрезы проектных головных сооружений.
11. Фасады проектных головных сооружений.
12. Профиля проектных каналов.
13. Проект сифона под Куня-дарьей.
14. Проект регуляторов на распределительных каналах.
15. Проект типовых мостов и регулятора для Куня-дарьинского сброса.

Часть I.

Общие основания оросительного хозяйства на Аму-дарье.

ГЛАВА I.

ВВЕДЕНИЕ.

Устройство орошения на свободных землях туркестанских пустынь является неотложной задачей государственного строительства.

В Индии, по другую сторону гор, отделяющих ее от Туркестана, в условиях, в значительной мере схожих с туркестанскими, английское правительство, за время с 1880 по 1920 гг., устроило орошение на площади около 7.000.000 десятин. Строительные расходы по этим работам исчисляются в 370 миллионов рублей золотом. Чистого дохода от оросительных сооружений поступило в индийскую казну в 1921 г. более 33 миллионов рублей золотом.

Новейшие предположения в области оросительного строительства за границей.

В самое последнее время заграницей в области оросительного строительства наблюдается исключительное оживление.

Намечаются и частью уже производятся грандиозные работы в бассейне Нила: устройство плотин на Голубом Ниле и на Белом Ниле, постройка новых оросительных систем в Судане, постройка большого канала для пропуска всего расхода Нила в обход заболоченного района Суд; предполагается также построить новый барраж в среднем течении Нила и производятся большие осушительные работы в дельте.

Французское правительство предполагает оросить около 1 миллиона десятин в Западной Африке, в долине Нигера, выше Тимбукту.

Особенно значительные работы намечаются в Индии. Ирригационное Управление в Индии приступило к постройке

грандиозной плотины на Инде, около Суккура, в условиях по трудности не имеющих прецедента в мировой практике. Стоимость этих работ — 18,3 милл. ф. стерл. В долине Сэтледжа намечается расширение поливной площади на 1,5 милл. дес. Смета составлена на 14,6 милл. ф. стерл. Предполагается построить колоссальную плотину на Сэтледже у Бакра, высотой 56,5 саж. стоимостью 14,5 милл. ф. стерл. Большие работы намечаются в Мадрасе, Соединенных и Центральных Провинциях, в Бомбее, Бурме и др. местах, всего на сумму 81,1 мильон. ф. стерл., что составляет, по настоящему курсу, около — 745 милл. зол. рублей! На пятилетие 1923—28 уже согласован отпуск 85 милл. ф. стерл.[1]).

В Соединенных Штатах Америки, а также в Мексике, Аргентине, Австралии производятся многочисленные работы по устройству орошения на новых землях. Впечатление о масштабе этих работ можно себе составить на примере плотине, проектируемой к постройке на реке Колорадо: высота ее должна составить 76 саж. и емкость, образуемого ею водохранилища, 2,6 миллиарда куб. саж.

Строительство наблюдается преимущественно в хлопковых районах, по следующим, главным образом, причинам.

Во-первых, мировая площадь посевов под хлопком является недостаточной для удовлетворения спроса на это сырье. Во-вторых, на мировом рынке ожидается значительное сокращение предложений хлопка, ввиду того, что главный поставщик этого сырья, Америка, все большие и большие количества хлопка потребляет внутри страны, предпочитая продавать за границу готовые изделия, а не сырье. Так, в 1895 г. в Соединенных Штатах расходовалось на внутреннее потребление 31,2% хлопка собственного урожая, а в 1923—62%, т.-е. почти в 2 раза более, в то время как площадь хлопковых посевов за это время увеличилась всего на 20%.

Хлопковый вопрос в СССР. Русская текстильная промышленность не обеспечена хлопком.

В последние годы перед войной текстильная промышленность потребляла ежегодно около 25 миллионов пудов хлопкового волокна и полностью удовлетворяла спрос внутрен-

---

[1]) Public Works Departement, Goverement of India, Triennial Review of Irrigation in India, Calcutta 1921, p. p. 168—175.

него рынка на текстильные изделия. Спрос составлял, примерно, 6 фун. на 1 душу населения—количество очень незначительное, (в Соединенных Штатах на душу населения вырабатывается около 52 ф. хлопка), но находившееся в полном соответствии с покупательной способностью внутреннего русского рынка.

Из 25 миллионов пудов хлопка, необходимых для русской текстильной промышленности, 13—15 миллионов пудов давали хлопковые плантации в Туркестане и около 1,5 миллионов пудов—хлопковые плантации Закавказья. В 1915 году Туркестан дал свыше 18 миллионов пудов.

Из приводимой ниже таблицы урожая хлопка в Туркестане за период 1910 –1924 гг. видно, что хлопковое хозяйство Туркестана во время революции было совершенно разрушено, но с 1923 года хлопководство стало быстро возрождаться.

Таблица 1. [1]) Площади хлопковых посевов в Туркестане и урожай волокна за период 1910—1922 г.г.

Год.	Площадь хлопковых посевов в дес.	Урожай волокна в пудах.	
		Всего.	На 1 дес.
1910	427.000	9.427.000	20,0
1911	495.000	11.409.000	23,1
1912	485.000	13.642.000	28,3
1913	532.000	13.511.000	25,4
1914	583.000	15.353.000	26,4
1915	669.000	18.370.000	27,5
1916	680.000	14.900.000	22,0
1917	425.000	7.845.000	18,4
1918	?	1.537.000	?
1919	103.000	1.282.000	12,4
1920	109.000	896.000	8,2
1921	88.000	629.000	7,2
1922	52.000	600.000	11,5
1923	195.000	2.600.000	13,3
1924	461.000	6.200.000	13,4
1925	598.000	10.600.000	17,7

[1]) Составлено по данным Статистического Бюро при Управлении Земледелия и Государственных Имуществ в Туркестанском Крае (1910—1917 гг-) и Главного Хлопкового Комитета 1918—1924 гг.). Данные о площалях хлопковых посевов за 1919—1924 г. не включают Хивы и Бухары.

Открывающиеся пред русской текстильной промышленностью сырьевые перспективы можно признать вполне удовлетворительными, но следует, однако, отметить, что восстановление хлопководства идет в таком направлении, что не исключается возможность повторения нового кризиса.

Хлопководство и ирригационное хозяйство в Туркестане.

Кризис хлопковой промышленности в Туркестане произошел от многих причин, но одной из главных, до устранения которой прочное восстановление хлопководства не представляется возможным, является недостаток в поливных землях.

Урожай хлопка в Туркестане определился в 1915 году в 18 миллионов пудов при общей площади поливных земель около 3 миллионов десятин [1]), из числа которых под хлопком находилось около 700.000 десятин, а остальные 2.300 000 дес. засевались кормовыми и зерновыми культурами. Но своего хлеба туркестанское население снимало в недостаточном количестве и около 20 миллионов пудов ввозилось в Туркестан извне, главным образом, из Европейской России.

Для обеспечения всех потребностей внутреннего туркестанского рынка хлебом исключительно местного производства следовало бы увеличить площадь поливных посевов под пшеницей, примерно, на 250.000 десятин, с которых, при среднем урожае в 80 пудов, можно было бы снять 20 миллионов пудов.

Таким образом, для удовлетворения всех потребностей внутреннего туркестанского рынка в сельскохозяйственных продуктах собственного производства необходимо иметь 2.300 000 + 250.000, или 2.550.000, десятин поливной земли, в настоящее же время площадь всех поливных земель в Туркестане составляет около 2,5 миллионов десятин и является недостаточной для удовлетворения основных потребностей внутреннего рынка в хлебных и кормовых продуктах. Принимая во внимание, что количество населения в Туркестане, повидимому мало изменилось, по сравнению с дореволюционным временем, следует так же допустить, что не изменился и размер потребностей внутреннего рынка. Следовательно оказывается, что в настоящее время площадь поливных земель

---

[1]) Включая Хиву и Бухару, но не включая Семиречья.

в Туркестане едва достаточна для производства необходимых для внутреннего рынка нехлопковых культур.

В литературе, посвященной хлопковому вопросу, неоднократно проводилась мысль о возможности широкого развития хлопководства на землях зернового и кормового клина при условии достаточного снабжения Туркестана дешевым привозным хлебом. Действительно, такими мерами представляется возможным на некоторое время достичь быстрых и относительно значительных успехов. Не следует, однако, забывать, что главные хлопковые житницы Туркестана, Фергана, Ташкентский район и долина Зеравшана находятся в районах, расположенных вблизи северной границы распространения промышленного хлопководства. В исключительный год, с поздними весенними заморозками и ранними осенними, может иметь место полный неурожай хлопка, обстоятельство, которое разрушит все народное хозяйство Туркестана, и население на долгие годы утратит интерес к хлопководству.

Кроме того, хлопковые посевы при монокультурной системе хозяйства подвержены нападениям разных вредителей. Пример Америки должен служить в этом отношении уроком.

Поэтому, мы полагаем, что расширение хлопковой площади за счет земель зернового и кормового клина ведет к созданию крайне неустойчивого, в экономическом отношении, монокультурного хозяйства, а с точки зрения агрономической является грубой ошибкой и перманентного хлопкового хозяйства такими мерами создать нельзя.

В хлопковых районах Соединенных Штатов Америки, в Египте уже много лет идет борьба за снижение площади хлопковых посевов и за установление рационального севооборота. В новых хлопковых районах, как напр. в Судане, хлопковым культурам отведено лишь 33% возделываемой площади.

Необходимость увеличения площади поливных земель в Туркестане.

В дореволюционное время русский внутренний рынок потреблял до 6 фунтов хлопковых изделий в год на одну душу населения. Если исходить из этой нормы, то в настоящее время, при численности населения в СССР в 130 миллионов человек, годовое потребление хлопка определилось бы в 19,5 миллионов пудов волокна.

Для получения этого количества с туркестанских хлопковых плантаций в предположении, что средний урожай будет доведен до 23 пудов чистого волокна на одну десятину, необходимо было бы засевать под хлопок около 850.000 десятин.

Общая площадь поливных земель, которая необходима для удовлетворения потребностей внутреннего рынка Туркестана в зерновых и кормовых продуктах, была определена выше в 2.550.000 десятин. А всего, следовательно, вместе с хлопковыми посевами, площадь поливных земель в Туркестане необходимо было бы увеличить до 3,4 миллионов десятин, или на 36%, по сравнению с той площадью, которая поливается в настоящее время.

Следует также иметь в виду, что только новые оросительные системы могут рационально удовлетворить постоянный спрос туземного населения на новые орошаемые земли и предупредить те нежелательные способы удовлетворения этого спроса, которые наблюдаются в Туркестане.

С начала текущего столетия и до начала войны сельское население Туркестана увеличивалось, в среднем, на 200 тысяч человек ежегодно. Принимая в расчет установившиеся в Туркестане нормы землепользования, следует считать что для наделения землей естественного прироста населения необходимо ежегодно увеличивать площадь орошаемых земель на 75 тысяч десятин.

В виду отсутствия точных данных о распространении в Туркестане поливных земель, не представляется возможным установить рост поливной площади. Не подлежит, однако, сомнению, что рост этой площади далеко не достигал 75.000 десятин в год.

Постоянный, все увеличивающийся спрос на поливные земли удовлетворялся в ферганском, ташкентском, зеравшанском и других районах, во-первых, в неполной мере, а во-вторых, почти исключительно за счет расширения поливной площади в пределах существующих оросительных систем, т. к. сооружение новых систем было, за очень немногими исключениями, недоступно местному населению за отсутствием технических сил и материальных средств, а на средства государства были произведены незначительные и не вполне удачные работы.

Увеличение поливной площади в пределах существующих оросительных систем, ведет, при известных условиях, к нежелательным последствиям: к перегрузке естественного дренажа грунтов и к образованию болот и солонцов.

В туркестанских условиях перегрузка естественного дренажа наступает постепенно, но стихийно, в случае чрезмерного распространения поливных земель в пределах района командования оросительной системы. Потери воды на фильтрацию в туземных системах очень большие. Эти системы построены нерационально, каналы часто пересекают русла естественного стока поверхностных вод, в головах каналов отсутствуют регулирующие сооружения и обычно совершенно отсутствуют дренажные и даже сбросные каналы. Вследствие этих недостатков следовало бы ожидать скорого заболачивания и засоления поливных земель и катастрофического падения урожайности почв.

Всем известно, однако, что туркестанские оросительные системы продолжают благополучно существовать и происшедшее за последние годы сокращение поливной площади нельзя отнести за счет дефектов систем. В этом отношении главным благоприятствующим фактором является слабое использование земельной площади непосредственно под орошение.

Из общей площади земель, входящих в район командования оросительной сети, обычно поливается в туркестанских условиях лишь часть земель, 20—40%, и, в условиях исключительно благоприятных, не более 60—70%. Коэфициент поливной площади [1]) устанавливается практическим путем, в таком размере, что образующиеся, вследствие орошения, инфильтрационные воды не превышают естественной дренажной способности подпочвы. Поэтому не происходит ни заболачивания, ни засоления поливных земель, даже на неправильно построенных оросительных системах и на системах, не имеющих ни дренажной, ни сбросной сетей.

В Индии, в Египте и в Америке есть много примеров, доказывающих вредные последствия орошениея из каналов слишком большой площади в пределах района командования. Водные законы в Индии точно устанавливают предельные значения коэффициента поливной площади для оросительных

[1]) Коэфициентом поливной площади называется отношение площади поливных земель к площади командования.

систем, в зависимости от ряда местных условий. В известных случаях коэффициент может достигнуть 75%, в иных, особо неблагоприятных случаях, самотечное орошение совершенно запрещается. В Египте, с большим запозданием, (1913 г.) предполагалось законодательным путем бороться с чрезмерной загруженностью оросительных систем, ибо другие меры, даже такие, как устройство глубокого и дорогого дренажа, оказываются недостаточными.

Принимая во внимание туркестанские условия, а именно, почвы, далеко не всегда обладающие достаточной дренирующей способностью, большие запасы солей в почве, подпочве и в грунтовых водах, и многие другие обстоятельства, следует признать, что послествия применения в Туркестане высоких коэффициентов поливной площади на землях орошаемых самотеком окажутся в высшей мере неблагоприятными.

Поэтому, удовлетворение земельного голода в Туркестане за счет расширения поливной площади в *пределах* действующих оросительных систем представляется крайне ошибочной политикой и единственным правильным решением земельного вопроса является устройство орошения на новых землях.

Подводя итоги сказанному, следовало бы вторично отметить, что оросительное строительство в хлопковых районах является у нас в России, так же как и в других странах, одной из очередных задач в деле восстановления народного хозяйства.

Перед русской промышленностью и народным хозяйством эта задача представляется совершенно неотложной, так как без устройства в Туркестане нового орошения невозможно прочное восстановление хлопководства.

Принимая во внимание, что в некоторых районах Туркестана встречаются исключительно благоприятные условия для оросительного строительства, лучшие, чем где бы то ни было в других хлопковых районах земного шара, можно не сомневаться, что дело создания новых оросительных систем на пустынных землях Туркестана не замедлит получить самое широкое развитие.

ГЛАВА II.

Исторические сведения об аму-дарьинском районе.

1. Практическое применение исторических материалов в разработке вопросов оросительного строительства.

Оросительные сооружения, как геологический фактор.

Устраивая оросительные сооружения, человек выступает в качестве мощного геологического фактора и своею деятельностью вносит, в сравнительно короткое время, крупные изменения в строении земной поверхности.

Так, оросительные работы, произведенные древними народами в междуречье Евфрата и Тигра, в долине Нила, в дельте Аму-дарьи и других местах, были причинами значительных местных под'емов земной поверхности, вследствие чего произошли существенные изменения в распределении поверхностных вод, изменилось расположение культурных районов и т. п.

В этом отношении особенно важным фактором является вмешательство человека в процессах образования речных дельт. Так, в настоящее время не подлежит сомнению, что изменения в направлении течения Аму-дарьи, которая периодически несла свои воды то в Аральское, то в Каспийское море, происходили при непосредственном участии человека.

Изменения в почвах под влиянием орошения.

Наиболее важными последствиями искусственного орошения являются изменения, происходящие в составе почв.

В почвах на искусственно орошаемых землях, при наличии известных естественно-исторических

условий, иногда происходит значительное накопление солей и утрата естественной дренирующей способности, вследствие чего обширные пространства культурных земель приходят в состояние совершенно непригодное для дальнейшего возделывания.

Явление это наблюдается, в большей или меньшей степени, на многих оросительных системах и условия, ему благоприятствующие, относятся к числу крупных недостатков естественно-исторических особенностей данного района.

Значение изучения истории орошения.

При приступе к устройству орошения на землях, некогда оборудованных ирригационными сооружениями и впоследствии заброшенных, возникает естественно вопрос о том, какие обстоятельства явились причиной разрушения этих сооружений. Тому могли служить обстоятельства внешнего характера, как-то: война, революция, эпидемия и т. п., или внутреннего, естественно-исторического порядка, как-то: плохой сток грунтовых вод, накопление в почве солей, иссякновение источника и т. п. причины, как это имело место, например, в долине Евфрата и Тигра, в долине Гельмунда (Афганистан), а в Туркестане, повидимому, в древней Голодной Степи.

Изучение истории такой местности и народов, ее населявших, способствует в значительной мере правильному разрешению вопроса о причинах разрушения некогда существовавшей там системы орошения.

При современном состоянии техники оросительного дела имеется возможность предвидеть с большой вероятностью те изменения основных условий, которые может вызвать устройство оросительных сооружений. Но, разумеется, теоретические предположения этого рода не могут заменить собою того опыта которым иногда обладали строители оросительных сооружений в древности, в результате вековых наблюдений над последствиями орошения.

Так, например, при составлении проекта орошения дельты и междуречья Тигра и Евфрата в Месопотамии, составителю проекта В. Вилькоксу немалую услугу оказало знание того, каким образом эта проблема орошения была разрешена ассирийскими гидротехниками в древности.

Древние оросительные сооружения в бассейне Аму-дарьи.

Путешественник по Туркестану и, в особенности, по аму-дарьинскому району, поражается большим количеством развалин разных сооружений, встречаемых повсеместно и часто в далекой глубине трудно проходимых пустынь.

Эти развалины свидетельствуют о некогда процветавшей там жизни, а следовательно, в виду малой изменчивости климата, о существовавшем там искусственном орошении.

Развалины оросительных сооружений встречаются в глухих районах бассейна Аму-дарьи в расстоянии десятков и даже сотен верст от ближайшего водного источника. Так, в дельте Аму-дарьи можно проследить непрерывный ряд таких сооружений, идущих на 130—150 верст вглубь пустыни, что делает совершенно очевидным и бесспорным факт существования в древние времена в аму-дарьинском районе крупнейших оросительных систем.

Естественно возникает вопрос о том, когда были построены эти сооружения и в силу каких причин они были заброшены и некогда культурные районы покинуты?

Ответы на этот вопрос можно найти в произведениях многих древних авторов, у Геродота, Аристобула. Аполлодора, у китайских летописцев, у арабских историков Макдиси, Истархи, Аль-Бируни, у персидского географа Казвини и у других авторов культурного запада и востока, живших до начала и в первом тысячелетии нашей эры.

Вопросу об истории орошения в Туркестане академик В. Бартольд посвятил отдельный труд [1]).

К сожалению, до нас дошло очень мало письменных памятников древности, относящихся непосредственно к предмету ирригации. Водные запасы, схемы оросительных сооружений и способы их эксплоатации, применявшиеся в древности, в описании современников нам, за немногими исключениями, совершенно неизвестны.

Некоторые сведения, сообщаемые греческими и арабскими географами, являются, однако, весьма важными и полезными. К числу таких следует отнести, например, сообщения о течении Аму-дарьи в Каспийское море, отсутствие указаний на существование Аральского моря и некоторые другие.

---

[1]) См. В. Бартольд. „К истории орошения Туркестана". С.-Петербург, 1914 г.

До нас дошли, весьма важные, для успешной постановки оросительного дела, сведения по методике и технике орошения, выработанные в древние времена, в результате тысячелетнего опыта.

Такие сведения сохранились у туземного населения Туркестана в виде традиций, навыков и приемов ведения хозяйства в условиях искусственного орошения.

2. Некоторые исторические сведения об аму-дарьинском бассейне [1]).

Следы древней культуры в аму-дарьинском районе.

Возникновение оросительного искусства относится к отдаленным временам доисторической эпохи. Есть основания предполагать, что самые древние оросительные системы возникли именно в аму-дарьинском районе. Так, раскопки, произведенные американской экспедицией Р. Пампелли [2]) (1904 г.) в Анау, около Асхабада, обнаружили следы культурной жизни человека глубоко в недрах эоловых и аллювиальных отложений. По исчислению Р. Пампелли, в этом районе за 8.250 лет до Р. Х., жили люди, которые сеяли на искусственно орошаемых землях пшеницу и имели домашний рогатый скот.

В арабских и индусских преданиях долина Мургаба является местом нахождения рая и колыбелью арийцев.

Мерв и Балх упоминаются в Зенд-Авесте.

В Бехитунской клинообразной надписи царя Дария Гистаспа упоминается о Хорезме (Хиве) и Мерве, как о сатрапиях древнего Персидского царства [3]).

Первые исторические сведения.

Первые исторические сведения об аму-дарьинском бассейне относятся к XIII веку до Р. Х.

Живший в низовьях Аму-дарьи в IX веке по Р. Х. историк Аль-Бируни, на основании имевшихся у него материалов, до нас не дошедших, утверждал, что начало земледельческой культуры в древнем Хорезме относится к 1292 году до Р. Х.

---

[1]) Составлено по В. И. Масальскому, Туркестанский край, СПБ 1914, стр. 273 и след.

[2]) R. Pumpelly: Explorations in Turkestan. Washington, 1908, vol. I.

[3]) Encyclopedia Britannica, vol. 18. p. 175.

В VI веке до Р. Х. весь аму-дарьинский район, в составе Хорезма (низовья Аму-дарьи), Бактрианы (долина Балха и смежных с ней долин Хулума, Сары-пуля и Андхой-дарьи), Маргианы (низовья Мургаба), Арианы (долина Теджена, или Герируда) и Гиркании (бассейн Атрека), входил в состав Персидской Империи и, таким образом, все эти области находились в числе культурных стран древности. Несмотря на это, до VIII века по Р. Х., до покорения Туркестана арабами, Туркестан продолжал жить своей самобытной жизнью и оставался вне влиянии культурных стран Запада. Даже походы Александра Македонского в 330 — 327 г.г. до Р. Х. в Туркестан, в том числе к Батриану, Маргиану и, возможно, в Хорезм, не оставили глубоких следов в быте и культуре населения.

До прихода в Туркестан арабов высшие достижения материальной культуры находили свое выражение в искусстве земледелия. Сколь замечательно было это искусство, в частности в древнем Хорезме, можно видеть, например, из того, что отсюда вывозились продукты земледелия ко двору Халифа, в Багдад.

Духовное развитие народов, населявших южный Туркестан и исповедывавших религию Зороастры, буддизм и христианство, стояло очень высоко.

Арабский и последующий периоды.

С покорением Туркестана, в 705—715 г. г., арабами, которые огнем и мечом насаждали учение Магомета, материальной и духовной культуре Туркестана был нанесен тяжелый удар. Много народа погибло, оросительные каналы были разрушены, накопленные сокровища разграблены. Ислам, насильственно насажденный, стал господствующей религией. Управление страной находилось в руках наместников Халифа, людей чуждых и враждебных местным обычаям.

В конце IX века власть перешла к местной династии, саманидам. При них благосостояние туркестанских народов снова восстановилось и материальная культура Туркестана достигла в это время своего высшего развития. В частности в Хорезме, город Гургандж (на месте развалин Куня-Ургенч) сделался в это время одним из самых цветущих городов Средней Азии и важным умственным и торговым центром.

Величайшая в то время оросительная система в мире—каналы, орошавшие древний Хорезм—достигла своего наибольшего развития при самамидах.

1. Куня-Ургенч. Минарет. Памятник зодчества X в. (фот. Н. В. Мастицкого).

Появление монголов. В начале XI в. Туркестан подвергся нашествию кочевников тюрков. При них культурная жизнь Туркестана снова замерла, исключая Хорезма, который находился в стороне от главного театра военных действий.

Тюркская династия держалась около 200 лет и пала в борьбе с монголами. Монголы, под начальством Чингиз-хана, пришли в Туркестан в 1220 году. В течение двух лет они покорили весь Туркестан. Опустошения, произведенные ими были очень велики и, в частности, столица Хорезма, Гургандж, и сложные оросительные сооружения этого района были разрушены.

С течением времени благосостояние Хорезма отчасти восстановилось. Мусульманский путешественник Ибн-Батута, посетивший Хорезм в 1333 году, писал в свое время: „Хорезм самый большой, значительный и красивый из тюркских городов, богатый славными базарами, просторными улицами, многочисленными постройками отборной красоты. Он точно колеблется от множества своих жителей и волнуется от них, как волна морская..." [1]).

Возникшие в конце XIV века споры между наследниками Чингиз-хана и Тамерланом, повели к новой войне против

[1]) См. В. Бартольд. Сведения об Аральском море. Ташкент, 1902 г., Известия Туркест. Геогр. Общ., том IV, выпуск II, стр. 60.

Хорезма. Войска Тамерлана овладели Гурганджом в 1379 и снова в 1388 году. Последствием нашествия полчищ Тамерлана на Хорезм явилось глубокое опустошение страны и длительный упадок ее культуры. В западной части Хорезма, в районе Дарьялыка и Менге-клы-кола, величайшая ороситель-

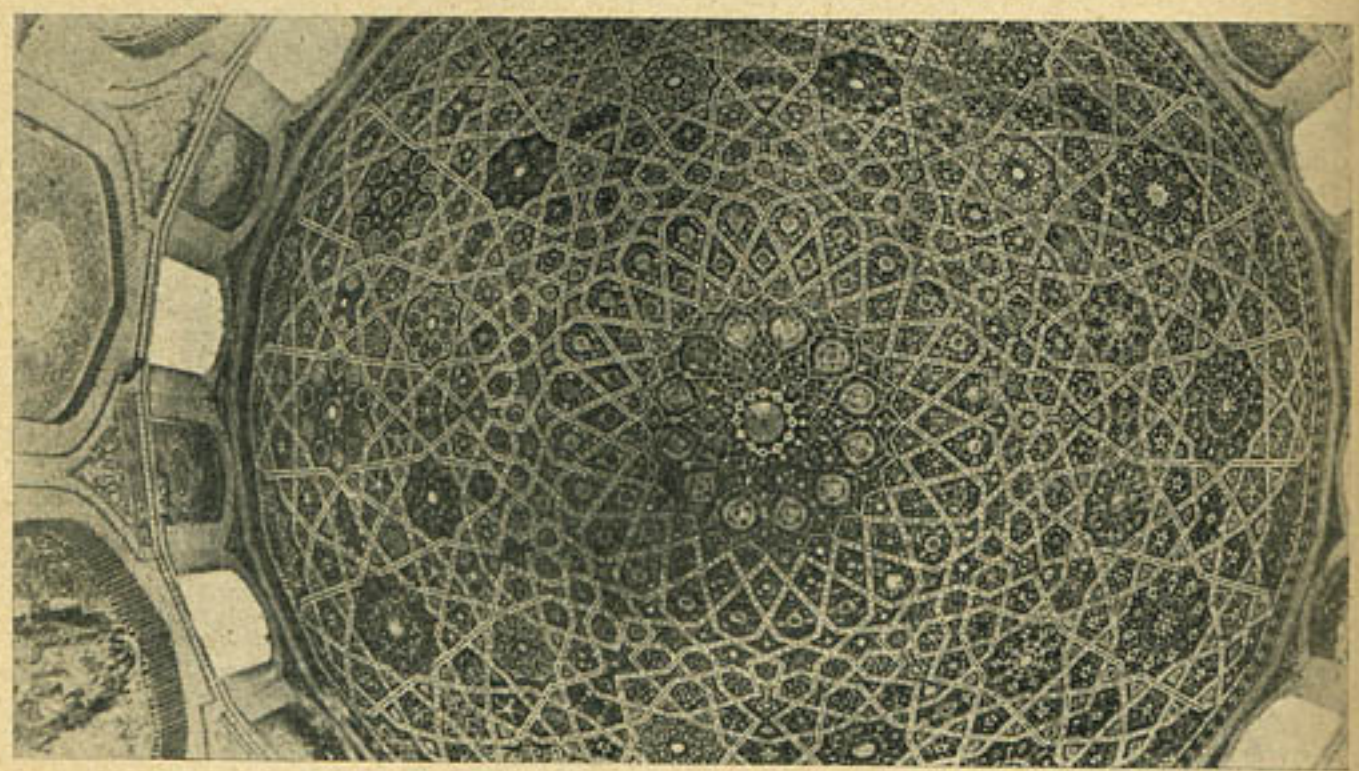
2. Куня-Ургенч. Гробница Тюрябек-ханым. Памятник зодчества X века. (Фот. Н. В. Мастицкого).

ная система погибла окончательно и былое величие этого района не возродилось до настоящего времени.

В скором времени после покорения Средней Азии Тамерланом, при его преемниках, в Туркестане начались обычные смуты и междоусобия. В частности, Хорезм в XV веке был предметом раздора между потомками Чингиз-хана и Тамер-

лана, а после подвергся нашествию узбеков. В XVI веке Хорезм был захвачен тюрко-монголами, потом персами, потом снова узбеками.

В 1575 г. столица Хорезма, Гургандж, в связи с прекращением течения воды из Аму-дарьи в каспийском направлении, осталась без воды, и столица ханства была перенесена в ее настоящее место, в Хиву. Это чрезвычайно важное в в истории орошения аму-дарьинского района событие, достаточно освещено в литературе, некоторые же сведения о нем приведены в 3-ей части настоящего отчета.



3. Куня-Ургенч. Плафон в мавзолее Тюрябек-ханым. Памятник зодчества X века. (Фот. Н. В. Мастицкого).

По словам В. И. Масальского [1]): ...„история Хивинского ханства представляет картину постоянных междоусобий между правящей династией и влиятельными узбекскими родами, набегов на Хоросан, откуда приводились рабы, и борьбы с туркменами и, в особенности, с бухарскими ханами, нередко распространявшими свою власть на все ханство. Водворение кочевников узбеков не только не увеличило производительности и благоустройства страны, но способствовало понижению культуры".

---

[2]) В. И. Масальский. Туркестанский край. Спб., 1923 г., стр. 299.

Узбеки заняли земли, расположенные в верхней части хивинского оазиса, где берут начало главные, наиболее значительные по размерам, оросительные каналы. В нижей части оазиса земли заняты туркменами. Благодаря такому расселению до самого последнего времени происходят непрерывные конфликты между туркменами и узбеками из-за воды. Одна сторона обвиняет другую в том, что вторая не дает воды, а другая в том, что первая не в достаточной мере участвует в расчистке голов каналов. В результате—оросительные системы на землях туркмен пришли в полный упадок.

В 1873 году Хивинское ханство было занято русскими войсками и с этого времени начинается новая эпоха в истории ханства. После прихода русских в низовья Аму-дарьи, в Хиве, на левом берегу Аму-дарьи, и в Аму-дарьинском Отделе, на правом, установился прочный покой и относительный порядок.

Заключение.

Из этого краткого обзора видна непрочность государственного строя в странах, существовавших в исторические времена на территории современного Туркестана вообще, и аму-дарьинского района в частности. Частые войны и смуты, отсутствие длительного и прочного порядка крайне неблагоприятны для успешного существования оросительных сооружений, особенно, крупного масштаба. Вот главная причина того, что в аму-дарьинском районе встречается много заброшенных каналов, разрушенных плотин и т. п. ирригационных сооружений.

В то же время, приведенные выше исторические сведения свидетельствуют о древности земледельческой культуры в Туркестане, в частности, в низовьях Аму-дарьи и, следовательно, об испытанных приемах орошения и земледелия, наблюдаемых там в настоящее время.

Применяемые туземцами системы хозяйства, севооборот, способы орошения и обработки почвы вырабатывались практическим путем в течение тысячелетий, народом, который, весь гений своего ума посвятил усовершенствованию земледельческой культуры (известно, что и Зороастр и Магомет считали земледельческий труд самым благородным занятием человека).

Условия для ведения сельского хозяйства в Туркестане являются мало благоприятными. Почвы—бедны азотом, пути сообщения — крайне неудовлетворительны, луга и дешевые корма—отсутствуют и, главное, государственный строй и общественный порядок не отличались достаточной прочностью. Но, не взирая на перечисленные неблагоприятные обстоятельства, туркестанская земледельческая культура, как будет указано ниже, достигла высокой степени совершенства и перманентности. И мы полагаем, что основные положения экономики сельского хозяйства и приемы земледелия, установленные туземной практикой, являются, как общий принцип, руководящим началом для современных строителей новых земледельческих районов и новых оросительных систем. Всякие нововведения, рекомендуемые практикой других стран, особенно практикой Запада, следует применять в туркестанских условиях с большой осторожностью, после производства длительных и надлежащим образом поставленных опытов и наблюдений.

ГЛАВА III.

Главнейшие экспедиции и изыскания в бассейне Аму-дарьи.

Древние исследователи.

Бассейн Аму-дарьи, занимая значительную часть поверхности Средней Азии, с незапамятных времен привлекал к себе внимание путешественников и исследователей. Особенности природы аму-дарьинского бассейна являлись, однако, трудно преодолимыми препятствиями для иноземцев, незнакомых с местными, главным образом, природными условиями края. С севера, запада и юга бассейн Аму-дарьи окружен трудно проходимыми пустынями, а с востока высокими горными хребтами. Благодаря своей малой доступности аму-дарьинский район был очень мало известен культурным народам Запада в древние и средние века; даже до самого последнего времени целый ряд физико-географических и геологических проблем в бассейне Аму-дарьи остается без разрешения.

Первые исследователи из культурного Запада проникли в аму-дарьинский район вместе с войсками Александра Македонского, в 329 г. до Р. Х. После, в течение всего исторического периода, земли на берегах Аму-дарьи и ее притоков посещались купцами, послами и путешественниками из всех культурных стран того времени; но правильных сведений о строении поверхности аму-дарьинского бассейна эти исследователи не дали. Древние географы и даже сравнительно недавние путешественники сообщают очень сбивчивые и иногда совершенно несообразные сведения о расположении на территории бассейна Аму-дарьи рек, озер, культурных земель и других географических элементов.

Сбивчивость и неправильность этих сведений об'ясняется тем, что эти сведения были основаны на глазомерных наблюдениях, а глазомерные наблюдения в пустыне, произведенные даже опытными с'емщиками, имеют очень часто малую точность уже на сравнительно небольших протяжениях маршрута. На больших расстояниях и в местности с таким сложным рельефом, как в бассейне Аму-дарьи, глазомерные наблюдения могут дать совершенно ошибочные результаты. Поэтому, несмотря на то, что об исследованиях в бассейне Аму-дарьи, произведенных с древних времен до середины XIX века, имеется обширная литература, правильное представление о поверхности бассейна создалось лишь в результате инструментальных работ самого последнего времени.

Главнейшие с'емки в бассейне Аму-дарьи.

Первые инструментальные с'емки в бассейне Аму-дарьи были произведены капитаном Бутаковым в 1848—49 г.г. в Аральском море и в дельте Аму-дарьи. Следующая наиболее важная работа по изучению бассейна Аму-дарьи была произведена в 1873 года Урун-дарьинской экспедицией и отрядом Каульбарса. В 1876—77 г.г. работала так называемая Урун-дарьинская комиссия, под начальством Петрусевича. В результате этих работ были получены следующие материалы: планы Куня-дарьи до Сары-камыша, Лаузана, Саубет-яргана, Шамрата, Мангыта и план дельты и низовьев Хивинского ханства.

В 1879 г. была учреждена, под начальством Глуховского, экспедиция по изучению древнего русла Аму-дарьи. Экспедиция работала до 1883 года и дала богатый картографический и нивеллировочный материал по дельте Аму-дарьи, Сары-Камышской котловине и Узбою и окончательно разрешила вопрос о течении Аму-дарьи в Каспийское море. Итоги работ экспедиции Глуховского состоят в следующем: нивеллировок исполнено 5.340 верст и с'емок на площади 3,4 миллионов десятин [1]).

---

[2]) Материалы экспедиции Глуховского находились в Архиве б. Управл. Внутр. Водн. Путей. Все эти материалы, за ничтожным исключением, частью утеряны в 1919—20 гг., частью уничтожены наводнением в 1924 г. Некоторые, очень незначительные в числе, материалы экспедиции опубликованы в книге: «Пропуск вод Аму-дарьи в Каспийское море» А. И. Глуховского СПБ. 1893.

В 1880 г., в связи с вопросом о постройке Средне-азиатской жел. дор., были произведены нивеллировки и с'емки в Прикопет-дагских степях и в пустыне Кара-кум.

Важные работы по изучению поверхности аму-дарьинского района были произведены топографами Ташкентского Военно-топографического Управления Главного Штаба. В бассейне Аму-дарьи военными топографами выполнены следующие, из числа главнейших, с'емочные работы: большая часть поймы Аму-дарьи и дельты засняты в масштабе 2 версты в дюйме, верховья Аму-дарьи и Памиры в масштабе 10 верст в дюйме, пойма Аму-дарьи между Келифом и Ильджиком и часть пустыни Кара-кум, до Каспийского моря, в масштабе 5 верст в дюйме и некоторые оазисы в масштабе 1 верста в дюйме.

Начало изучения бассейна Аму-дарьи, в климатологическом и гидрологическом отношениях, положено было, так называемой, Аму-дарьинской экспедицией Дорандта, работавшей в дельте Аму-дарьи в 1873—1875 г.г. Метеорологические наблюдения, произведенные этой экспедицией в дельте Аму-дарьи, отличаются исключительной подробностью и точностью и до настоящего времени являются основными материалами для суждения о климате в дельте.

Метеорологические станции Главной Физической Обсерватории имеются в пределах аму-дарьинского района в 19 местах, в том числе в Петро-Александровске (с 1875 г.), в Чарджуе, в Термезе, в Керках и на Памире: в Хороге и на Посту Памирском (с 1895 г.).

Из числа новейших работ в бассейне Аму-дарьи необходимо отметить нивеллировки, произведенные в 1911 г. инженером Б. Х. Шлегелем от берега Аму-дарьи, у афганской границы, через юго-восточную часть пустыни Кара-кум, до реки Теджен.

В приведенном выше перечне работ не предполагалось перечислять всех исследований, произведенных в бассейне Аму-дарьи. В этом перечне упомянуты лишь те из наиболее важных работ, материалы которых оказались полезными и были использованы при разрешении практических вопросов в деле выяснения оросительных возможностей в бассейне.

ГЛАВА IV.

Изыскания, произведенные в бассейне Аму-дарьи Отделом Земельных Улучшений бывш. Министерства Земледелия.

Вопрос об устройстве в Туркестане новых оросительных предприятий привлек к себе внимание широких кругов общества после того, как выяснилась, с одной стороны, пригодность туркестанского климата и почв для хлопководства, а с другой стороны, когда относительная дороговизна иностранного хлопка, ввозимого для удовлетворения нужд русской текстильной промышленности, побудила правительство и частных лиц к принятию мер по расширению отечественного хлопководства.

В связи с изложенными обстоятельствами, Отдел Земельных Улучшений Министерства Земледелия приступил, около 1909 года, к производству широко поставленных оросительных изысканий в Туркестане и, в частности, в бассейне Аму-дарьи.

Изыскательные партии Отдела Земельных Улучшений работали в аму-дарьинском районе в течение 8 лет, с 1910 по 1917 год.

Подробное перечисление всех исполненных ими работ не входит в задачи настоящей главы [1]) и нижеследующий перечень составлен не столько с целью указания итогов изысканий, сколько с целью выявления, в общих чертах, масштаба и значения исполненных работ в бассейне Аму-дарьи.

---

[1]) Неполный перечень технических документов, находившихся в архиве аму-дарьинских изыскательных партий заключает более 6000 наименований.

Изыскания в поиме Аму-дарьи.

Изыскательные работы были начаты с установления опорной реперной базы вдоль Аму-дарьи. Для этой цели была произведена нивеллировка в два инструмента, от Чарджуя, где имеется марка точной нивеллировки Военно-топографического Отдела Главного Штаба, вверх и вниз по течению реки. Нивеллировочный ход вниз по Аму-дарье проложен по левому берегу через культурные земли Чарджуйского оазиса и далее через Дарган ата, Питняк, Ханки, Гурлен и Ходжейли до протока Бек-джаб; затем, по Бек-джабу до селения Атамайли и мимо озера Кара-куль по Усть-урту до могилы Аджи-бая на берегу Аральского моря. Вдоль этого хода установлено 27 каменных реперов.

Нивеллировочный ход вверх от Чарджуя проложен сначала по левому берегу Аму-дарьи через Керки и Кызыл-аяк до Боссаги; около селения Хатаб (между Кызыл-аяком и Боссагой) ходовая линия переброшена на правый берег и проходит мимо селений Ак-кум, Келиф и Чушка-гузар до Термеза. На участке Чарджуй—Боссага установлено 9, а на участке Ак-кум—Термез 20 каменных реперов, не считая значительного количества деревянных реперов временного типа, в настоящее время, вероятно, утерянных.

Одновременно с производством нивеллировки вдоль Аму-дарьи, были выполнены разного рода с'емочные работы и небольшое количество поперечных нивеллировок, преимущественно в низовьях Аму-дарьи. В том числе, был составлен план Аму-дарьи от Чарджуя до Питняка, в масштабе 500 саж. в 0,01 саж., уменьшенная копия которого, в масштабе 10 верст в 1 дюйме, была напечатана. Эти работы были произведены в 1910, 1911 и 1912 г.г. За это время было выполнено 2788 верст нивеллировок и израсходовано около 116.000 рублей.

Изыскания в низовьях Аму-дарьи.

Наиболее значительные работы, в отношении их об'ема и практической важности, были исполнены в низовьях Аму-дарьи. На левом берегу изыскания производились в 1913, 1914 и 1915 г.г. под руководством инженера Н. В. Мастицкого, а на правом берегу в 1913, 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. — автором настоящего отчета.

Работа на левом берегу, в Хиве. Из числа главнейших работ, произведенных в пределах Хивы, является работы по с'емке обширного массива свободных земель с отличными, в сельско-хозяйственном отношении, почвами, расположенного по обоим берегам Дарьялыка, или Куня-дарьи, старого русла Аму-дарьи. Этот район имеет следующие границы: на севере—Аму-дарья, болота Кара-терень, Мын-чаклы и Карабаш-куль и Айбугирская впадина; на западе—меридиан, проходящий в 10 верстах западнее Деу-кескен; на юге—староречье Даудан. и на востоке—Аму-дарья и прямая линия между головой канала Лаузан и базаром Ак-тепе. Валовая площадь этого района, который в нижеследующем именуется Куня-дарьинским, определяется, примерно, в 750 тысяч десятин.

В этом районе выполнены следующие работы:

разбита, заснята и вычислена триангуляционная сеть из 140 пунктов на площади в 700 тыс. десятин. Среднее расстояние между пунктами 6—12 верст;

произведена нивеллировка по линиям, составляющим тригонометрическую сеть, и в каждом триангуляционном пункте установлен высотный репер. Таких нивеллировок исполнено 2025 верст, из общего количества в 3250 верст, пройденных в этом районе;

произведена мензульная с'емка с выделением ситуации и нанесением горизонталей через 0,5 саж. в масштаба 500 саж. в 1 дюйме. Мензульная с'емка опирается на координаты триангуляционной сети и покрывает площадь около 400 тыс. десятин [1]);

произведена подробная мензульная с'емка местности на обоих берегах Аму-дарьи около Джумур-тау, Кипчака и Такиаташа в масштабе 50 саж. в 1 дюйме, с нанесением горизонталей через 0,5 саж. Подробными с'емками покрыта площадь около 10 тыс. десятин;

Обследованы главнейшие оросительные каналы в низовой части Хивинского оазиса, Лаузан, Клыч-Ниаз-бей, Шах-абат и некоторые другие; составлены их подробные планы, продольные и поперечные профиля и определены гидравлические элементы. Всего обследовано около 300 верст каналов;

---

[1]) На землях, находящихся под культурой, с'емочных работ не производилось.

изучен режим гидравлических элементов Аму-дарьи на участках около Джумур-тау, Кипчака и Такиа-таша и, в частности, подробно исследованы явления намывов и размывов, происходящие в русле реки.

К числу менее значительных работ, исполненных в этом районе, следует отнести: гидрометрические наблюдения на постах у Джумур-тау, Кипчака и Такиа-таша, метеорологические наблюдения в Куня-Ургенче, детальное развитие опорной реперной сети, статистико-экономические обследования, рекогносцировки на окраинах района триангуляционных с'емок и некоторые другие работы.

Буровые работы и гидромодульные исследования, которые, в главных своих частях, были произведены специальными организациями, работавшими одновременно на обоих берегах Аму-дарьи, будут ниже описаны особо.

В течение периода времени 1913, 1914 и 1915 г. г. на изыскания в пределах Хивы было израсходовано около 185.000 р.

Изыскания в Шураханском участке.

В правобережной части низовьев Аму-дарьи работы производились в двух районах: в Шураханском и Чимбайском участках.

Район изысканий в Шураханском участке имеет следующие границы: на севере—Султан-уиз-даг и его отроги до Кемпыр кала: на востоке—линия, проходящая через Кемпыр-кала, Ямбаз-кала, Кум-баскан, Эрес-кала до Таш-сака; на западе и юге—Аму-дарья. Общая площадь этого района определяется в 250 тыс. десятин; в том числе, около 70 тыс. десятин находится во владении туземного населения и составляют Шураханский и Бий-базарский оазисы и около 55 тыс. дес. имеется свободных и пригодных для культуры земель. Остальная часть обследованной площади занята песками, водами, каменистыми почвами и прочими непригодными землями.

Изыскания в Шураханском районе преследовали две цели: во-первых,—выяснение вопроса о коренном переустройстве существующей туземной сети и во вторых,—выяснение условий орошения свободных земель.

В соответствии с поставленными задачами, в Шураханском участке выполнены следующие работы:

произведена нивеллировка по линии, проложенной на правом берегу Аму-дарьи от Таш-сака через Петро-Александровск,

Шейх-абас-вали и Бий-базар до Бодай-тугая, и значительное количество поперечных нивеллировок в пойме Аму-дарьи;

составлен план земель и оросительной сети Шураханского, Шабазского и Бий-базарского оазисов в масштабе 2 версты в дюйме. На плане нанесены горизонтали поверхности земли через 1,0 саж.;

составлен проект коренного переустройства туземной оросительной сети, в основание которого положен принцип замены головных участков всех существующих каналов одной головой новой магистрали. Проектная трасса новой магистрали сбросов и головного сооружения разбиты на местности и составлены их подробные планы и профиля. Проектный магистральный канал имеет протяжение в 74 версты от Таш-сака до Иккына (протока Аму-дарьи между Бий-базаром и Шейх-абас-вали);

произведены обследования и с'емка свободных и пригодных для орошения земель, расположенных в двух массивах: в низовьях Бий-базарского оазиса и к северу от озера Истемеса. Свободные земли, прилегающие к северной и восточной границам Бий-базарского оазиса, нанесены на план в масштабе 1 вер. в дюйме, основу которого составляют координаты сети полигональных ходов, заснятой обходом теодолита с целью и увязанной триангуляционным способом с астрономическим пунктом в Шейх-абас-вали. Свободные земли, расположенные к северу от озера Истемеса, в так называемом, Аязском районе, сняты мензулой, с триангуляционной основой, в масштабе 1 верста в 1 дюйме. В обоих районах произведены многочисленные нивеллировки по полигональным линиям и по поперечникам, общей сложностью на протяжении 900 верст. Протяжение всех нивеллировочных ходов, исполненных в Шураханском участке, измеряется в 1050 верст. На основании этих нивеллировок составлен план горизонталей поверхности земли через 1,0 саж. Реперов установлено 36.

Кроме перечисленных работ, произведены следующие исследования и наблюдения:

составлен профиль самых высоких вод Аму-дарьи от Таш-сака до Кисняка; разбиты на местности главные распределительные каналы для орошения свободных земель в Аязском районе; произведены систематические наблюдения над

режимом уровня грунтовых вод; составлены профиля и определены поперечные сечения главнейших действующих каналов и защитных дамб на берегу Аму-дарьи; составлен подробный план района расположения проектных головных сооружений в масштабе 50 саж. в 1 дюйме.

В Шураханском участке главные работы были произведены в 1913 г., а небольшие недоделки были закончены в 1915 г.

На все работы в этом районе было израсходовано около 30.000 рублей.

Изыскания в Чилимбайском участке.

В Чимбайском участке главнейшие изыскательные работы были произведены в северо-восточной части дельты Аму-дарьи. Этот район имеет следующие границы: на западе и юге — Аму-дарья. от Такиа-таш до Кран-тау, затем прямая линия до устья Чартамбая, затем озера Боз-куль, Джаман-куль, Шелим-куль, Табан-куль, и, дальше, по Ак-дарье до Аральского моря; на севере—Аральское море; на востоке—Яны-су, Кара-терень, Бель-тау до Кос-минар, меридиан через Кос-минар, пески и озера на юге Дау-каринской низменности и граница песков за правым берегом Куванш-джармы до кладбища Куш-хана, что у Такиа-таш. В пределах этих границ заключается площадь размером более 1 миллиона десятин.

В этом районе исполнены следующие работы:

разбита на местности и заснята на план обходом теодолита с цепью, с учетом схождения меридианов, полигональная опорная сеть, покрывающая площадь около 750 тыс. десятин и состоящая из ряда продольных параллельных ходов, проложенных на расстоянии 6—10 верст, и поперечных параллельных ходов, проложенных на расстоянии 3—10 верст в направлении, перпендикулярном к первым. Общая длина основных полигональных ходов измеряется в 1940 верст;

составлен ситуационный план всей площади, покрытой полигональными ходами, в масштабе 1 верста в 1 дюйме. Опорными точками плановой с'емки служили увязанные полигональные ходы, а внутренняя ситуация нанесена на план засечками. Произведена нивеллировка по всем ходовым линиям и в точках их пересечения установлены репера, образующие опорную сеть для подробных вертикальных с'емок. Нивеллировок этого рода исполнено 1827 верст, не считая двойных и повторных;

исполнены нивеллировки вдоль главнейших каналов и составлены их продольные и многочисленные поперечные профиля. Имеются профиля Куванш-джармы от истока до озера Кара-терень, Кегейли, Кро-узяка и Ишима, Кызыл-узяка, Чартамбая, Сеид-назар-яба, Боз-куль-яба, Казак-ярмыша и Биш-яба, всего около 450 верст;

произведены многочисленные нивеллировки, общим протяжением в 1740 верст, внутри опорных полигонов в районах, имеющих более сложный рельеф. Всего в Чимбайском участке исполнено нивеллировок около 4020 верст;

составлен план всей площади, покрытой полигональными ходами, т.-е. примерно, 750 тысяч десятин, в масштабе 1 верста в дюйме, с нанесением горизонталей через 0,5 саж.

Из числа менее значительных работ, в этом районе произведены следующие: рекогносцировочная с'емка района разливов Аму-дарьи и ее низовых протоков, Талдыка, Ак-дарьи, Канд-узяка и Казак-дарьи, подробная тахеометрическая с'емка в районе предполагаемого расположения головных сооружений на Аму-дарье, в 1,5 верстах ниже Куш-хана, в масштабе 50 саж. в 1 дюйме, на площади около 500 десятин, гидрометрические наблюдения над горизонтами и расходами воды в разливах, на низовых протоках Аму-дарьи, на главнейших оросительных каналах и на озерах Кара-терень и Боз-куль; кроме того, в Чимбае была устроена метеорологическая станция, которая действовала в продолжение 20 месяцев.

На работы в Чимбайском участке израсходовано всего около 155.000 рублей.

Геологические исследования. Геологические исследования, произведенные в низовьях Аму-дарьи имели своей целью: во-первых, выяснить в общих чертах геологическое строение районов распространения пригодных для орошения земель в Хиве, Шураханском и Чимбайском участках и, во-вторых, дать подробные геологические планы мест, где предполагается возведение крупных сооружений.

Исследования производились посредством бурения разведочными бурами Войслава. Самая глубокая скважина имеет глубину 15 саж., средняя же глубина скважины составляет около 5 саж. При бурении извлекались образцы и подвергались исследованию водоносность (пробной откачкой помощью

прибора Гонсовского), скорость подземного течения (окрашиванием воды фуксином) и т. п.

Рекогносцировочные геологические обследования были произведены на площади около 1 миллиона десятин и заключались в заложении ряда скважин, либо по продольным и поперечным направлениям, либо в шахматном порядке. Всего заложено около 140 скважин общей глубиной около 700 саж.

Подробные геологические исследования были произведены в русле и пойме Аму-дарьи и в ближайших, прилегающих к обоим берегам, районах у Дуль-дуль-ат-алган, у Тюя-муюна, у Таш-сака, у Джумур-тау, у Кипчака, у Такиа-таша, в $1^1/_2$ верстах ниже Куш-хана и у головы Ишан-иккына. Подробные исследования покрывают площадь около 2000 десятин, на которой заложено 90 скважин общей глубиной около 402 саж.

Кроме отмеченных работ, произведены геологические с'емки, заложены шурфы, взяты образцы и т. п. в районе распространения строительных материалов на Султан-уиз-даге.

Гидромодульные работы. Гидромодульные исследования, произведенные в низовьях Аму-дарьи, возникли по инициативе изыскательных партий и велись на их кредиты по программам, составленным агрономом С. К Кондрашевым, и под его же руководством.

В программу гидромодульных исследований входили наблюдения над водопользованием, над фенологическими элементами главнейших сельско-хозяйственных культур, над приемами земледелия и др. Наблюдения производились на 17 опытных полях, расположенных в Шураханском и Чимбайском участках и в Хиве в районе Куня-ургенч и Ходжейли.

Главнейшие результаты этих работ опубликованы С. К. Кондрашевым в виде отдельного труда под заглавием: «Орошаемое хозяйство и водопользование в Хивинском Оазисе» (Москва, 1916 г.).

Изыскания в Бухаре. Изыскания в Бухаре, в районах связанных в водно-хозяйственном отношении с бассейном Аму-дарьи, производились изыскательной партией под руководством инж. Е. Н. Блумберга [1]).

---

[1]) Скончался в Ташкенте в 1921 году.

В 1918 году технические документы этих изысканий находились в гор. Термезе; где они теперь находятся, автору настоящего отчета неизвестно, годовые же отчеты Е. Н. Блумберга, к сожалению, своевременно не были опубликованы. Таким образом дать более или менее полное описание изысканий в Бухаре представляется крайне трудной и, быть может, невыполнимой задачей, и приводимый ниже краткий перечень работ в Бухаре составлен на основании документов, находившихся в Москве среди аму-дарьинских материалов, и по личным воспоминаниям автора настоящего отчета.

Помимо уже отмеченной выше нивеллировки от Чарджуя до Термеза, партией инж. Е. Н. Блумберга исполнены следующие работы:

произведено гидрологическое и геологическое обследование бассейна Кашка-дарьи. Исследованы места, пригодные для устройства водохранилищ на Танхазе, Ак-су, Карасу и Алачабоф-сае, где произведены подробные мензульные и гипсометрические с'емки, исследованы грунты бурением и шурфованием и изучен водный режим источников;

произведена подробная мензульная с'емка и составлен план долины Сурхана от Термеза до низовьев оазиса Юрчи-Денау. В целях устройства водохранилищ обследованы главнейшие притоки Сурхана—Каратаг-дарья и Тупаланг-дарья и Кафирнигана—Ханака-су, Варз-об и Люч об;

произведена нивеллировка опорной реперной сети в долине Сурхана и Кафирнигана от Термеза вверх мимо Денау, Гиссара, Дюшамбе, до гор. Кафирнигана;

в целях выяснения вопроса об устройстве водохранилищ, произведены с'емки и исследования в долине Ширабад-дарьи; составлен план Бишкентской долины и профиль тунеля, по которому предполагалось провести воду из Кафирнигана;

составлен подробный план и проект новой оросительной сети для Термезского оазиса и местностей, предназначенных под новые города на Бухарской жел. дор., у Самсонова и Келифа. Наконец, произведены рекогносцировки в степи Кызырык-дара, в урочище Абдула-хана и на Вахше ниже Курган-тюбе.

О других работах, исполненных партией Е. Н. Блумберга, сведений не имеется. На работы израсходовано 108.000 руб. из кредитов Отдела Земельных Улучшений и около такой же суммы получено от бухарского правительства.

Изыскания на верхних притоках Аму-дарьи.

Изыскания, произведенные в верховьях притоков Аму-дарьи, должны были выяснить условия устройства водохранилищ. С этой целью были произведены рекогносцировочные обследования долины Вахша, Гунта, Бартанга, Ак-су и Пянджа между устьем Гунта и Вахша.

Подробные мензульные и тахеометрические с'емки были произведены на Вахше от Нурека до Тургузара и между г. Гарм и Кала-и-об, на Гунте в районе Яшиль-куля и на Бартанге (Мургабе) вверх от устья Шиль-беле. Всего заснято около 120 верст речных долин, площадью в 41 тысячу десятин. Нивеллировок исполнено 282 версты, в том числе ход по восточной окраине пригодных для орошения земель в Курган-тюбекском бекстве, на Вахше, и по берегу Пянджа между Чубеком и Саятом. Израсходовано на эти работы около 30.000 руб.

Изыскания в Кара-кумах.

В число задач, разрешение которых являлось целью аму-дарьинских изысканий, входил также вопрос об орошении дельт Мургаба и Теджена водами из Аму-дарьи. В связи с этим заданием были выполнены следующие работы:

составлен подробный план участков Аму-дарьи у Келифа и Боссаги;

исполнен нивеллировочный ход от Боссаги вдоль государственной границы с Афганистаном до колодца Гек-чак.

Исполнены следующие нивеллировки в низовьях Мургаба: от Иолотани по восточной окраине Мургабского имения и Мервского оазиса через Курбан-тепе и Кишман-тепе до Кара-агача и от Иолотани по западной окраине Мервского оазиса через Кара-бата до Кара-агач; от Кара-агач по старому руслу Мургаба и, далее, в северном направлении через колодец Чешме до колодца Язы, что на Унгузе; от Язы по Унгузу до Мирза-чале; от Иолотани на запад до Могильника, что на Теджене.

В долине Теджена исполнены следующие нивеллировки: вдоль по Теджену, от Пуль-и-хатун до кр. Дурсун-бек и, далее, на север до колодца Чат-кале; от Кара-бент до Меана и от Меана до ст. Такыр; от Кара-бент по южной и восточной окраине древней долины Теджена к ст. Джу-джу-клы и, да-

лее, к ст. Переправа мимо ст. Душак, через Бейвача и Караджа-кара по направлению на колодец Мамед-яр; от Уч-тепе через Архау-ямнык на Мамед-яр.

Кроме перечисленных главных нивеллировочных ходов, были произведены нивеллировки по ходовым линиям, имеющим меньшие протяжения, а также нивеллировки в северном направлении от ст. Гяурс, Безмеин и Геок-тепе.

Всего в этом районе исполнено около 3000 верст нивеллировок. Израсходовано на эти работы около 155.000 рублей.

Изыскания в прикаспийском районе.

На юго-восточном берегу Каспийского моря находится обширный массив земель, пригодных для орошения. Некоторая часть этих земель расположена на столь низких отметках, что технически возможно оросить их водами из Аму-дарьи.

Годные для орошения земли расположены в районе, ограниченном с запада Каспийским морем, с севера—горами Большие и Малые Балханы и Кюрен-даг, с востока—горами Кулмач-даг, Сосну даг и Кара-Баир, а с юга хребтом — Эльбурс.

В этом районе были произведены следующие работы:

в центральной полосе равнины, на площади около 1 миллиона десятин, расположенной между Атреком и Балханами было определено гипсотермометром 190 точек;

на правом берегу Гюргена, ниже Гюмбет-камбуза, исполнена мензульная с'емка на площади 120 тысяч десятин в масштабе 1 верста в дюйме (в Персии);

произведена нивеллировка двух магистральных ходов от Каспийского моря до устья Дааны, на Гюргене, общим протяжением в 230 верст, и 13 поперечников общей длиною в 66 верст;

произведена гипсометрическая с'емка бассейна Гюргена, где определено 56 высот анероидом и 172 высоты тригонометрическим способом.

На притоках Гюргена – Даана, Кара-су и Хор-хора исследованы условия устройства водохранилищ и в подходящих местах исполнена мензульная с'емка в масштабе 25—75 саж. в дюйме, всего на площади около 220 дес.

Кроме перечисленных работ исполнено значительное количество мелких работ, как-то установлено 4 водомерных поста, 3 на Гюргене и 1 на Гурдживале, установлен суммар-

ный дождемер на вершине Кала-Моран (около 7000 фут. над уровнем моря), собраны геологические и ботанические коллекции и т. п.

Работы производились в 1915 и 1916 г.г. Израсходовано на них около 45.000 рублей.

Почвенные исследования. Почвенные исследования, произведенные в аму-дарьинском бассейне, относятся к рекогносцировочным и полуинструментальным исследованиям.

Более подробные исследования произведены в низовьях Аму-дарьи.

В Шураханском участке составлена почвенная карта, в масштабе 10 верст в 1 дюйме, для района, ограниченного с юго-запада Аму-дарьей, с севера — горами Султан-уиз-даг и их отрогами, а с востока—линией Чукулак—Сор-булак—Тюямуюн. На этой площади сделано 25 почвенных разрезов и взяты образцы, подвергнутые лабораторному аналитическому исследованию.

Почвенные исследования в Чимбайском участке и в Хиве были произведены на площади, ограниченной Аральским морем, восточной границей Дау-каринской низменности, Куванш-джармой, линией Такиа-таш—Шах-сенем, Сары-камышской котловиной и Усть-уртом. Общая площадь района исчисляется более чем в 2 миллиона десятин. Для этого района составлена почвенная карта в масштабе 10 верст в 1 дюйме, в основании которой положены 152 почвенных разреза и многочисленные химические и механические анализы.

В низовьях Мургаба и Теджена почвенные исследования произведены на площади около 1,5 миллионов дес., имеющей следующие границы: на севере — линия Беш-как, Чат-кель, Хан-кую и Чешме; на востоке — Чешме, Кишман-Тепе, река Мургаб до Таш-Кепри; на юге—горы до реки Асхабадки и на западе—линия ст. Гяурс—Беш-как. Для этого района составлена почвенная карта в масштабе 20 верст в 1 дюйме. Карта составлена на основании 110 почвенных разрезов.

Все почвенные карты составлены агрономом В. В. Никитиным, за исключением карты Чимайского участка, составленной П. А. Мантейфелем.

Рекогносцировочные почвенные исследования были произведены в прикаспийском районе, где сделано 48 почвенных

разрезов между Гюргеном и Атреком и 70 почвенных разрезов к северу от Атрека, а также в долинах Ширабад-дарьи, Сурхана, на правом берегу Аму-дарьи между Керками и устьем Вахша, в долине Кафирнигана и на Вахше в районе Курган-тюбе. Площадь рекогносцировочных почвенных исследований исчисляется более чем в 2 миллиона дес.

На почвенные исследования, не считая расходов по работам в прикаспийском районе, израсходованы весьма значительные суммы, всего о около 175.000 руб.

Рекогносцировочные исследования.

К числу работ большого значения, исполненных изыскательными партиями с затратой на них довольно крупных средств, следует отнести рекогносцировочные обследования.

Помимо уже отмеченных выше рекогносцировок в прикаспийском районе и в верховьях притоков Аму-дарьи, надлежит указать следующие главнейшие направления, по которым были произведены маршрутные с'емки и барометрические нивеллировки.

1. Куня-Ургенч — Сары-камышская котловина — колодец Бала-ишем (на Узбое), далее по Унгузу до Мирза-чале и на Теджен.
2. Чимбай—колодец Бай-шуак—Перовск.
3. Чимбай—колодец Бай-шуак—Казалинск.
4. Дау-кара—Султан-уиз-даг.
5. Петро-Александровск — Букан-тау — Ак-тау — Тамды—Бухара.
6. Уч-учак — Бухара.
7. Ст. Челкар — Кара-тамак (на западном берегу Аральского моря, где находится репер Тилло).
8. Репер Тилло—колодец Чеган (инструментальная нивеллировка).
9. Боссага—Иолотань (через Кара-кумскую пустыню).

Гидрометрические работы.

В 1910 году была организована в Туркестане Гидрометрическая часть Отдела Земельных Улучшений под сведущим и деятельным руководством инженера В. Г. Глушкова. Задачей Гидрометрической части являлось полное выяснение режима всех водных источников Туркестана, установление их запасов, состава воды и т. п.

Работы Гидрометрической части получили в течение самого короткого времени широкое развитие: на всех сколько-нибудь значительных туркестанских реках были установлены постоянные гидрометрические станции и посты, на которых производились периодические измерения расходов, брались пробы воды, велись наблюдения на горизонтами и другими гидравлическими элементами русла. При станциях обычно производились метеорологические наблюдения, по инструкциям и программам Главной Физической Обсерватории.

Результаты работ Гидрометрической части представляют исключительную ценность и являются единственными и исчерпывающим материалом по вопросу о водных запасах Туркестана. Труды Гидрометрической части в Туркестане изданы в 22 томах в виде отчетов за 1910 — 1914 г.г.; наблюдения за 1915, 1916 и 1917 г.г. изданы в виде отдельных помесячных бюллетеней.

Гидрометрические наблюдения, исполненные Гидрометрическою частью в Туркестанском крае, в бассейне Аму-дарьи заключаются в следующих работах:

Наблюдения над горизонтами воды производились на Аму-дарье—в 2 верстах выше устья Вахша (с ноября 1913 г.), у Термеза (с ноября 1913 г.), у Кéрков (с июля 1910 г.), у Бурдалыка (с мая 1913 г.), у Чарджуя (с октября 1913 г.), у Дуль-дуль-ат-алгана (с ноября 1910 г.) и у Нукуса (с мая 1913 г.); на Кафирнигане, в 4 верстах выше устья (с октября 1913 г.), на Вахше, в 5 верстах выше устья (с октября 1913 г.), на Ширабад-дарье, в 4 верстах от г. Ширабад (с сентября 1913 г.), на Мургабе, в 3 верстах ниже поста Меручак (с июля 1914 г.), на Теджене, в 2 верстах ниже поста Пуль-и-хатун (с мая 1914 г.), на Атреке, у Чата, с июня 1915 г.).

Расходы определялись у Керков, у Нукуса, у Меручака, у Пуль-и-хатуна и Чата.

Гидрометрические наблюдения, исполненные изыскательскими партиями, заключаются в следующем:

Наблюдения над горизонтами воды: производились на притоках Аму-дарьи—на Гунте у Хорога (с июля 1913 г. по декабрь 1914 г.), на Мургабе (Памирском) у Поста Памирского (с июня 1913 г. по декабрь 1914 г.), на Сурхане (с октября 1913 г.); на Кашка-дарье (с августа 1912 г.), на ее притоках — Танхазе (с октября 1912 г.), Ак-су (с октября 1912 г.) и Кара-су

(с сентября 1912 г.); на Аму-дарье, в низовьях, у Таш-сака (с июля 1912 г. по август 1914 г.), у Джумур-тау (с июля 1914 г. по март 1917 г.), у Кипчака (с апреля 1914 г. по июль 1916 г.), у Такиа-таша (с июля 1913 г. по март 1917 г.); в разливах Аму-дарьи — на Боз-куль, у Кандекли (с августа 1914 г. по август 1916 г.), у истока Ак-дарьи (с августа 1915 г.), на Аральском море, у Термембеса (с августа 1914 г.), на озере Кара-терень, в Даукаре (с августа 1914 г.) и на озере Истемесе (с июля 1913 г. по август 1914 г.).

Определения расходов производились на постах: Хорогском, Памирском, Сурханском, на Танхазе, Кашка-дарье, Кара-су и на Аму-дарье у Джумур-тау, Кипчака и Такиа-таша.

На трех последних постах, кроме наблюдений над горизонтами и расходами, производились систематические наблюдения над размывами и намывами в русле Аму-дарьи, посредством регулярных с'емок русла.

Расходы на гидрометрические работы затруднительно привести в известность, ввиду того, что кредиты на эти работы отпускались вначале без подразделений на районы. По близким к действительности подсчетам на работы Гидрометрической части в бассейне Аму-дарьи израсходовано около 195.000 руб.

Расходы изыскательных партий на гидрометрические работы включены в общую сумму вышеприведенных расходов партий.

Заключение. Подводя итог вышеизложенному, общие результаты работ, исполненных аму-дарьинскими изыскательными партиями и другими организациями Отдела Земельных Улучшений, представляются в следующем виде:

инструментальных нивеллировок исполнено более 16.000 верст;

инструментальных с'емок—мензульных и теодолитных—произведено на площади около 1.850.000 десятин;

маршрутных с'емок и барометрических нивеллировок исполнено 4400 верст;

буровых скважин заложено на общую глубину 7700 фут;

почвенных исследований произведено: полуинструментальных на площади около 3 миллионов десятин и рекогносцировочных на площади около 2,5 миллионов десятин;

открыто около 30 водомерных постов и гидрометрических станций, действовавших за время до конца 1917 года в общей сложности, более 930 месяцев.

Кроме того, исполнены значительные работы по исследованиям—гидромодульным, метеорологическим, статистико-экономическим и др.

На все работы за время с 1910 по 1917 г.г., включительно, израсходовано 1.413.400 рублей.

ГЛАВА V.

Границы и общее описание территории аму-дарьинского района.

Территории в составе аму-дарьинского района.

Изучение водных источников и годных для орошения земель, находящихся на территории собственно бассейна Аму-дарьи, привело к необходимости изучить бассейны некоторых смежных речных систем. В эти смежные бассейны, в виду наличия благоприятных топографических условий, представляется возможным провести воду из Аму-дарьи. Решение вопроса о том, где и как следует использовать водные запасы Аму-дарьи, не может, поэтому, считаться правильным и полным без принятия во внимание возможностей орошения в таких смежных бассейнах.

Расширенной на таких основаниях территории бассейна Аму-дарьи в дальнейшем присвоено обозначение Аму-дарьинского района.

В состав Аму-дарьинского района входят следующие земли:

1) водосборная часть бассейна Аму-дарьи, а именно: бассейны притоков в верхнем течении Аму-дарьи до бассейна Сурхана справа, и бассейна Кундуза слева, включительно;

2) бассейны рек: Хулума, Сары-пуля, Балха и Сангалака (Андхоя), бассейны Мургаба и Теджена и бассейны Атрека и Гюргена;

3) пустыня Кара-кум и земли, расположенные вдоль линии железной дороги у подножья Копет-дага;

4) земли в пойме Аму-дарьи и в ближайших к пойме районах;

5) прикаспийские степи, на север от Гюргена до Узбоя.

Бассейн реки Зеравшана, некогда притока Аму-дарьи, воды которого разбираются на орошение и до Аму-дарьи не доходят, не включается в пределы Аму-дарьинского района. Бассейн Зеравшана не дает стока в Аму-дарью, а проведение вод Аму-дарьи в зеравшанскую долину связано с преодолением столь значительних препятствий, поставленных природой, что этот вопрос не имеет практического значения. Проблема водного хозяйства в зеравшанской долине представляется поэтому вполне самостоятельной и не имеет непосредственного отношения к водному хозяйству на Аму-дарье. Более подробно этот вопрос освещен ниже.

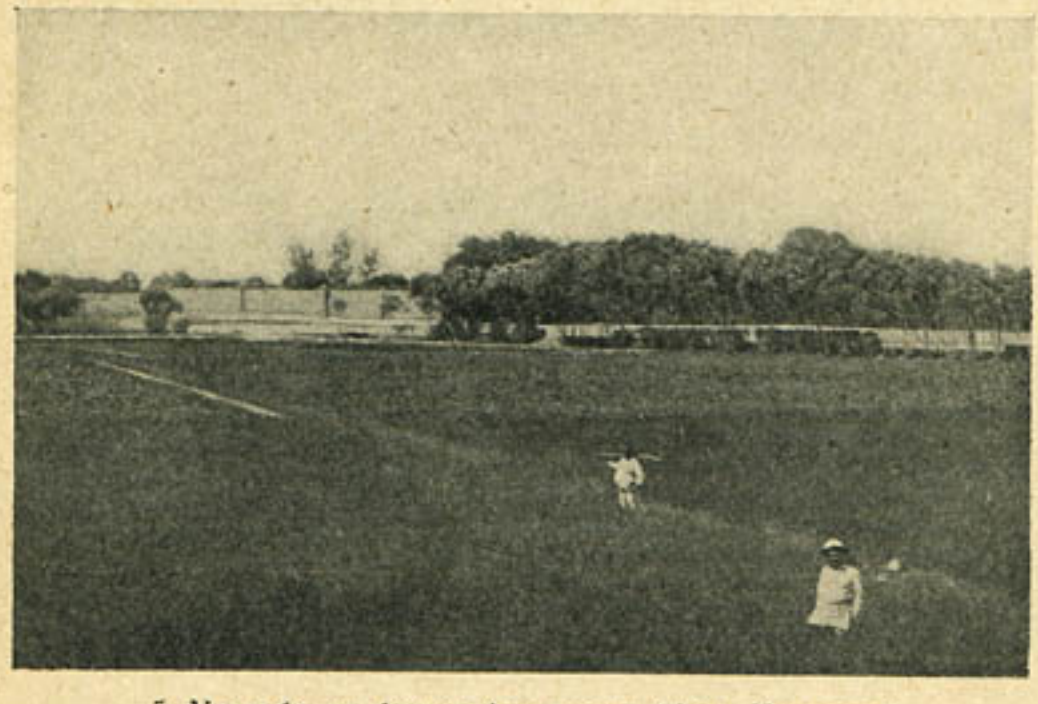
4. Средне-азиатская пустыня. Ландшафт в пустыне Кара-кум. (Фот. Унадорта).

Таким образом, границами аму-дарьинского района являются: на западе—Каспийское море и возвышенности Мангышлака, на севере —Аральское море, пустыня Кызыл-кум и горные хребты Гиссарский и Алайский, на востоке—хребет Сары-кол, на юге—Гинду-куш и его западные отроги Аллаг и др.

В гидрографическом отношении Аму-дарьинский район подразделяется на две области: на водосборную и пустынную. В водосборной области происходит сток поверхностных вод в речные русла из-под тающих ледников или снегов или после выпавших осадков. В пустынной области не образуется поверхностных вод. Водосборную область следует под-

разделить на две части: на восточную и южную. Восточная часть является водосборной площадью Аму-дарьи и составляется из бассейнов всех ее притоков до бассейна Сурхана —справа, и Кундуза—слева, включительно. Южная часть водосборной области Аму-дарьинского района стока в Аму-дарью не дает. Ее составляют бассейны Хулума, Балха, Сары-пуля, Сангалака, Мургаба, Теджена, Атрека, Гюргена и земли на северном склоне Копет-дага.

В топографическом отношении территория Аму-дарьинского района подразделяется на две более или менее равные части: равнинную, расположенную на уровне от — 19 до +200 саж. над уровнем океана, и горную, на более высоких отметках, достигающих 3500 саж.



5. Усадьба на берегу Аму-дарьи. (Фот. Унадорта).

Краткое описание Аму-дарьинского района. Аму-дарьинский район расположен между 34 и 44 градусами северной широты, а в направлении с востока на запад имеет протяжение более 1800верст.

Общая площадь поверхности исчисляется, примерно, в 730.000 кв. верст.

На этой обширной территори, равной по площади Франции и Испании вместе взятым, встречаются разнообразные природные и хозяйственные условия. Субтропический климат на юго-восточном берегу Каспийского моря, где под открытым небом вызревают апельсины, сменяется климатом поляр-

ным на Памире, в районе, расположенном на той же географической широте. Цветущие оазисы, с несравненной в своем совершенстве земледельческой культурой, чередуются с обширными пространствами, лишенными населения, культуры и жизни...

6. Тугайная растительность, туркестанские джунгли, в пойме Аму-дарьи, ниже Нукуса. В центре снимка фигура всадника. (Фот. автора).

Общим для всего края условием является малое количество выпадающих осадков и полная, за незначительными исключениями, невозможность ведения сельского хозяйства без исскуственного орошения. Среднее количество осадков в равнинной части Аму-дарьинского района, где расположены земли, пригодные для сельскохозяйственной культуры, не пре-

вышает 200 м.м. в год; на значительной части поверхности это количество менее 100 м.м. В горной части выпадает больше осадков, но в общем недостаточно и таким образом, вся территория Аму-дарьинского района располагается в пределах пустынной климатической зоны и, за исключением культурных, искуственно орошаемых земель в оазисах, представляет собой типичную пустыню. Более подробное освещение климатических условий в Аму-дарьинском районе дано ниже, в отдельной главе.

Пустыни, составляющие поверхность Аму-дарьинского района, в отношении строения своей поверхности резко раз-

7. Средне-азиатская пустыня. Типичный ландшафт в пустыне Кызыл-кум. (Фот. автора).

деляются на две категории: пустыни равнинные и пустыни горные. Почвенный покров в равнинных пустынях представлен обычно песками и плотными морскими глинами, за исключением небольшой, сравнительно, площади, покрытой аллювиальными и пролювиальными образованиями. В горных пустынях почвенный покров составляют разные скалистые породы.

Растительный покров часто совершенно отсутствует или состоит из редких кустарников и деревьев. Поверхность пустынь покрывается травяной растительностью лишь весною, на короткий срок. Исключение составляют земли в поймах рек, где встречаются на небольшой глубине грунтовые воды, и в немногочисленных высоко расположенных горных долинах; там растительный покров представлен прочными и пышными растительными сообществами (см. фот. стр. 43).

Как в горных, так и в равнинных пустынях значительная часть поверхности, покрытая песками, морскими глинами и скалистыми породами, имеет очень малое хозяйственное значение. Производительные силы природы в таких районах крайне ограничены, так как допускают организацию исключительно скотоводческого хозяйства, малой продуктивности, а именно, 0,5—3 голов мелкого скота на 1 кв. версту пастбища.

Главным природным богатством края являются земли, имеющие почвы пригодные для сельско-хозяйственного исполь-

8. Средне-азиатская пустыня. Ландшафт в центральной части Кызыл-кум, у подножья гор Ак-тау. (Фот. автора).

зования. Эти почвы, обычно аллювиального происхождения, при наличии достаточно мощных и близко расположенных водных источников, являются основой оазисной земледельческой культуры, главнейшей отрасли народного хозяйства Туркестана.

Владения Афганистана, Персии и других государств в пределах Аму-дарьинского района.

Водные запасы и пригодные для орошения земли, находящиеся в Аму-дарьинском районе, имеют неравномерное и во многих отношениях сложное распределение. Одна часть источников, воды которых протекают в пределах Туркестана, находится на территории Афганистана и Персии, другая

часть—на территории Туркестана [1]), т.-е. в пределах Туркменской, Узбекской и части Казакской С. С. Р.

В пределах Афганистана находятся следующие главные притоки Аму-дарьи: Вахан-дарья, Кокча и несколько мелких притоков, впадающих в Пяндж слева (Аму-дарья выше впадения Вахша называется Пянджем). Левый берег Пянджа, на всем протяжении, и Аму-дарьи, до Боссаги, также находится во владении Афганистана. Кроме перечисленных рек, воды которых изливаются в Аму-дарью, в пределах Афганистана находятся истоки и долины следующих рек, в Аму-дарью не впадающих, но находящихся на территории Аму-дарьинского района: Хулума, Балха, Сары-пуля, Андхоя, и водосборные площади бассейнов Мургаба и Теджена (Гери-руда).

В пределах Персии находятся водосборные площади бассейнов [2]) малых притоков Теджена: Кешаф-руда и Джам-руда, весь бассейн Гюргена и большая часть бассейна Атрека, за исключением правобережной части дельты и притока Сумбара, расположенных на территории Туркестана (Туркменск. С. С. Р.).

Таблица 2. Распределение земель в пределах Аму дарьинского района. [3])

I. Площадь водосборной части бассейна Аму-дарьи (до бассейнов Сурхана и Кундуза включительно) в кв. верстах.

	Водосборные земли.	%	Безводные земли.	%	Всего.	%	Примечание.
В Туркестане .	101.803	60	14.268	74	116.071	61	Земли расположенные ниже горизонтали 2000 фут., отнесены к разряду безводных земель.
В Афганистане .	68.934	40	5.088	26	74.022	39	
Итого . . .	170.737	100	19.356	100	190.093	100	Водосборные земли находятся в бассейне, собственно, Аму-дарьи.

[1]) Согласно нового размежевания Туркестана территория Аму-дарьинского района, распределяется в настоящее время между: Туркменской, Узбекской С. С. Р., Таджикской авт. обл. (Узбекская С. С. Р.) и Кара калпакской авт. обл. (Казакская авт. С. С. Р.) и части Казакской авт. С. С. Р.

[2]) Бассейны Туркестанеких рек состоят из двух частей, из части водоборной, дающей сток и безводной, не дающей стока, по причине малости осадков или малости коэффициента стока.

[3]) По данным планиметрических измерений на картах в масштабе 5,10 и 20 верст в 1 дюйме, изданных Туркестанским Отделом Главного Штаба и 8 миль в 1 дюйме, изданных Топографическим Управлением Индии (на английском языке).

II. Площадь земель в остальной части Аму-дарьинского района в кв. верстах.

	Водосборные земли.	%	Безводные земли	%	Всего.	%	Примечание.
В Туркестане....	15.848	9	295.850	83	311.698	58	К разряду безводных земель отнесены все земли, не дающие стока. Водосборные земли расположены в бассейнах Хулума, Балха, Сары Пуля, Андхоя, Теджена, Мургаба, Атрека, Гюргена, и на склонах Копет-дага.
В Афганистане..	106.568	60	45.232	12	151.800	23	
В Персии	56.643	31	19.047	5	75.690	14	
Итого...	179.059	100	360.129	100	539.188	100	
ВСЕГО в Аму-дарьинском районе.....	349.796	48	379.485	52	729.281	100	

Афганистану принадлежат все водные запасы рек Мургаба и Теджена и части Аму-дарьи, а Персии—Гюргена, Атрека и притоков Теджена: Кешаф-руда и Джам-руда. Данные о размерах территориальных владений Афганистана, Персии и Туркестана в пределах Аму-дарьинского района приведены в вышеуказанной таблице.

ГЛАВА VI.

Распределение водных запасов Аму-дарьи между Туркестаном и Афганистаном.

О праве на воду. Право на воду, протекающую в некотором русле отличается известными особенностями, заключающимися, между прочим, в том, что владелец русла связан обязательствами не производить из'ятий воды и изменений в водном режиме, могущих нарушить интересы других лиц, пользующихся водными запасами того же потока; но владелец территории, на которой происходит образование водных запасов, является полным и неограниченным владельцем этих запасов и может производить всякие из'ятия и перераспределения, не считаясь с интересами других лиц, по территории владений которых эти водные запасы в дальнейшем протекают и служат об'ектом использования.

В качестве примера такого положения вещей, имеющего место в Аму-дарьинском районе, можно указать на распределение вод в бассейие Теджена. Водные запасы Теджена образуются частью на территории Афганистана, частью в Персии, и там же эти водные запасы в большей части разбираются на орошение, за исключением лишь части паводка и зимнего расхода; вследствие этого, обширные площади пригодных для орошения земель, расположенных в нижнем течении Теджена, в пределах Туркестана, в виду недостатка воды, остаются неиспользованными.

Если бы истоки и низовья Теджена находились на территории одного государства, то можно было бы оросить значительную часть земель в низовьях, не нарушая интересов существующего орошения. Можно было бы соответствующими

экономическими мероприятиями побудить население в верхнем течении реки отказаться от рисовых посевов, которые имеют в настоящее время большое распространение в долине Геріруда, и перейти к культуре других растений, не менее доходных, но требующих в 3—4 раза менее воды. Можно было бы устроить в верховьях реки водохранилища для сбора части зимних и паводковых вод, не находящих применения при использовании естественного режима реки. Но в виду того, что верховья Теджена находятся в Афганистане, осуществление перечисленных мероприятий оказывается невозможным, так как афганское правительство, являясь заинтересованным в развитии рисовых плантаций и желая сохранить за собою право устройства водохранилищ, не видит основания для ограничения или уступки своих прав.

Переходя к вопросу о расположении источников водных запасов [1]) Аму-дарьи, следует отметить, что эти водные запасы образуются на территории Туркестана и Афганистана. Поэтому, не исключается возможность, что в будущем водные запасы афганистанского происхождения, не имеющие в настоящее время применения и стекающие в пределы Туркестана, будут использованы для хозяйственных нужд на территории Афганистана, что поведет к уменьшению или перераспределению расходов в туркестанской части Аму-дарьи.

Водные запасы Аму-дарьи, образующиеся на территории Афганистана, очень значительны, но запасы земель, годных для орошения, в афганистанской части бассейна Аму-дарьи невелики и, поэтому, сравнительно небольшая часть аму-дарьинских вод может найти применение на орошение в пределах Афганистана. Но не исключается возможность развития в Афганистане, современем, гидро-электрической промышленности, следствием чего явится некоторое изменение в естественном режиме Аму-дарьи и сокращение ее оросительной способности, и оросительные системы, питающиеся водами естественного режима Аму-дарьи, могут с устройством гидро-электрических установок в Афганистане потерпеть ущерб.

Во избежание осложнений этого рода, представляется необходимым точно установить долю Туркестана в водных за-

---

[1]) Водным запасом в дальнейшем обозначается количество стока за некоторый, более или менее продолжительный, период времени, в отличие от расхода количества стока за 1 секунду.

пасах Аму-дарьи, находящуюся в его полном и непосредственном владении и руководствоваться размерами этой доли при составлении проектов использования аму-дарьинских вод на территории Туркестана.

Значение Аму-дарьи.

Годовой запас поверхностных вод во всем Аму-дарьинском районе исчисляется для среднего года, примерно, в 6,6 миллиардов куб. саж. Подробное исчисление приведено ниже. Более 90% этого запаса дает Аму-дарья, а остальное количество дают реки Мургаб, Теджен, Атрек, Балх и ряд мелких речек, родников и ключей, выбивающихся у подножья Копет-дага и западных отрогов Гиндукуша. Воды Аму-дарьи, в большей своей части, свободны и около 70% годового запаса поступает в Аральское море и расходуется там без всякой пользы на испарение.

Воды всех остальных водных источников разбираются в большей части на орошение в пределах их бассейнов, за исключением зимних расходов и небольшого, относительно, количества воды Атрека, которое стекает в Каспийское море.

Таким образом, водные запасы Аму-дарьи имеют в Аму-дарьинском районе преобладающее значение, во-первых, потому, что их много, а во-вторых, потому, что большая часть этих запасов является свободной. Поэтому представляется необходимым более подробно остановиться на вопросе о происхождении и образовании водных запасов Аму-дарьи.

Положение и границы водосборного бассейна Аму-дарьи.

Водосборная часть бассейна Аму-дарьи занимает обширную территорию, ограниченную с севера Гиссарским хребтом, с востока—хребтом Сары-кол, а с юга—Гинду-кушем. Этот район расположен между 35 и 39 параллелями, имеет около 500 верст в ширину и 600 верст в длину в направлении с запада на восток.

К водосборной части бассейна Аму-дарьи относятся, как уже было указано выше, все частные бассейны притоков Аму-дарьи, а именно, бассейн Сурхана и все бассейны правых, расположенных выше, притоков, и бассейн Кундуза и все бассейны расположенных выше левых притоков.

В пределах водосборного района встречаются и безводные земли, не принимающие участия в питании Аму-дарьи, так как выпадающие на них осадки не дают стока в Аму-дарью. Верхней границей безводных площадей можно считать горизонталь поверхности земли с отметкой в 2000 фут. над уровнем океана.

Земли, составляющие водосборный район бассейна Аму-дарьи, в большей своей части принадлежат туркестанским республикам и в меньшей части Афганистану. Во владении Афганистана находятся истоки Аму-дарьи, бассейн Вахан-дарьи, левые притоки реки Памир, все левые притоки Пянджа и бассейны Кокчи и Кундуза. Остальная часть водосборного бассейна Аму-дарьи находится на территории Туркестана.

Описание поверхности водосборной части бассейна Аму-дарьи и условия стока.

Поверхность, занимаемая водосборной частью бассейна Аму-дарьи, покрыта высокими и мощными горными системами. На территории бассейна расположены хребты: Заалайский—с высочайшей в С. С. С. Р. горной вершиной (пик Кауфмана — 23420 фут.), Петр Великий, Аличурский, Памирский, Ваханский, Гинду-куш и др. Долины между хребтами высоко приподняты и на Памирах не опускаются ниже 10.000 фут.

Условия стока поверхностных вод на водосборной площади Аму-дарьи весьма благоприятны. Большая часть поверхности горных склонов и долин лишена всякой растительности. Там, где имеется растительность, она представлена редкими лесами или жидкими лугами. Преобладают скалистые почвы малой водоемкости и проницаемости. Уклоны земной поверхности весьма значительны. Так, Аму-дарья от своих истоков до выхода на равнину, на протяжении 740 верст имеет 2140 саж. падения,—в среднем, 2,9 саж. на 1 версту. При наличии подобных природных условий, коэффициент стока можно считать сравнительно высоким и равным, примерно, 0,3—0,35.

Происхождение водных запасов Аму-дарьи.

Водные запасы Аму-дарьи образуются частью от стока осадков, но главным образом, из талых ледниковых вод. Влияние осадков невелико, как видно из нижеследующего.

Количество осадков, выпадающих в верховьях Аму-дарьи, определяется на трех метеорологических станциях Главной Физической Обсерватории: на посту Памирском, в среднем течении Мургаба (Памирского, на высоте около 12.000 фут. над уровнем Каспийского моря, наблюдения ведутся с 1894 г.), на посту Хорогском, в устье Гунта—на высоте 6,500 фут. (наблюдения с 1899 г.) и в укреплении Иркештам, на северном склоне Заалайского хребта, у китайской границы—на высоте 9350 фут. (с 1889 года).

Наблюдения над осадками на этих станциях дали следующие результаты:

Таблица 3. Осадки в миллиметрах.

СТАНЦИЯ.	Число лет наблюдений.	Средняя сумма осадков за год.	Максимум осадков.	Год.	Минимум осадков.	Год.
Пост Памирский..	12—14	51 м. м.	94 м. м.	1909	42 м. м.	1898
Хорог.....	13—16	200 „	273 „	1903	150 „	1909
Иркештам.....	16—20	155 „	304 „	1902	46 „	1894

Среднее—135 м.м.=0,062 саж.

Среднее количество осадков, равное 135 м.м., при коэффициенте стока 0,35 (большего значения коэффициент стока не может иметь, в виду наличия высокого коэффициента испарения—более 1000 м.м.) может обеспечить средний годовой сток в Аму-дарье не свыше 1 миллиарда куб. саж. В действительности, средний годовой сток Аму-дарьи за время 1910—1917 г.г. определяется, в 6,5 миллиардов куб. саж., т.-е. в 6,5 раз больше против исчисленного на основании коэффициента стока.

Такое расхождение об'ясняется тем, что Аму-дарья получает главную массу своих вод не от стока осадков, а из ледников. Ледники и, отчасти, вечные снега являются главными водными источниками, питающими Аму-дарью. Из них поступает в Аму-дарью в среднем за год не менее 5,5 миллионов куб. саж, т.-е, примерно, 84% общего годового стока.

Способ установления водных запасов, находящихся во владении туркестанских республик.

Для установления точной доли водных запасов Аму-дарьи, находящихся во владении туркестана, необходимо было бы определить средние расходы притоков Аму-дарьи, расположенных на его территории. Такие определения были произведены, но на немногих реках (на Гунте и Мургабе Памирском и за непродолжительный период времени, так что данных непосредственных наблюдений имеется слишком мало и совершенно недостаточно для установления средних расходов.

Поэтому, для определения доли водных запасов Аму-дарьи. находящихся на территории Туркестана, приходится по необходимости отказаться от данных непосредственных наблюдений и обратиться к другим методам.

На основании имеющихся материалов представляется возможным решить поставленную задачу лишь приблизительно, исходя из допущения, что водные запасы Аму-дарьи, как по преимуществу ледникового происхождения, пропорциональны площадям ледников. Число ледников, питающих Аму-дарью, их запасы и условия образования также недостаточно выяснены. Нижеследующие исчисления, основанные на предположении, что площади под ледниками пропорциональны площадям высоких земель, следует рассматривать, поэтому, как первое приближение к разрешению вопроса.

Распространение площадей, на которых залегают ледники.

Ледники, питающие Аму-дарью, имеют различные размеры и положение. Многие из известных ледников имеют длину свыше 20 верст, ширину 4—5 верст и толщину в несколько десятков сажен. О ледниках на хребте Петр Великий В. И. Масальский пишет следующее: «вся восточная, более высокая часть хребта Петр Великий, представляет ледниковую страну, где почти все ущелья, все верховья речек как на южном, так и, особенно, на северном склонах, заняты ледниками и следами имевшей здесь некогда место еще более интенсивной ледниковой деятельности... Местами здесь даже наблюдаются ледниковые узлы, т.-е. пункты, от которых ледники расходятся в разные стороны»... Также и на других горных хребтах ледники имеют значительное развитие.

Положение нижней границы ледников наблюдается на следующих высотах: в северной части Зеравшанского хребта нижняя граница льдов находится на высоте до 9000 фут., на хребте Петр Великий—9200 фут., на Дарвазском—9700 фут., на Гиссарском—11000 фут., на Памире—13000 фут.

Нижняя граница вечных снегов располагается обычно на 1000—2000 фут. выше нижней границы ледников.

В таблице 4 приведены данные о площадях, ограниченных горизонталями с отметками над уровнем моря в 1000, 2000, 4000, 6000, 8000, 10000, 15000 и 20000 фут. [1]).

Из приведенных в таблице данных видно, что большая часть водосборной поверхности бассейна Аму-дарьи расположена на высоких отметках. Более половины земель находится выше 8000 фут. над уровнем моря, при чем высокие земли имеют наиболее значительное развитие в правобережной части бассейна, т.-е. в пределах туркестанских республик.

Распределение ледников между владениями Афганистана и Туркестана.

Выше было указано, что водосборная площадь бассейна Аму-дарьи распределяется между Туркестаном и Афганистаном. Из числа перечисленных в таблице 4 площадей на территории Туркестана находятся бассейны всех правых притоков, за исключением левобережной части бассейна Памира и небольшой части водосборной площади Мургаба (или Ак-су), которые находятся так же, как и территория под бассейнами всех левых притоков, во владении Афганистана. Более подробные данные о гипсометрическом распределении земель, находящихся на территории Туркестана и Афганистана приведены в таблице 5.

Приведенные в таблице данные указывают, что 60% всей водосборной площади Аму-дарьи находится в Туркестане, в том числе большая часть земель с самыми высокими отметками, а именно с отметками выше 10, 15 и 20 тысяч фут., которых во владении Туркестана имеется, соответственно, 71, 85 и 100%. Для выяснения значения, которое эти земли имеют в образовании стока, необходимо учесть условия развития и распространения на них ледников и вечных снегов.

---

[1]) Определение площадей произведено планометром по исправленной гипсометрической карте: Persia and Afghanistan, War Office, 1906, № 2149.

Таблица 4. Гипсометрические данные о водосборной площади бассейна Аму-дарьи

	Название бассейнов, притоков Аму-дарьи.	Отметки горизонталей над уровнем моря в футах.								Всего.
		0—1.000	1—2.000	2—4.000	4—6.000	6—8.000	8—10.000	10—15.000	15—20.000	Выше 20.000	
		Площади в квадратных верстах.									
Правые притоки.	Сурхан	218	4.468	3.630	1.904	1.586	892	534	—	—	13.232
	Кафирниган	—	1.743	3.369	1.604	1.305	1.016	864	—	—	9.901
	Вахш	—	4.607	2.478	3.218	4.727	7.194	6.895	2.068	494	31.681
	Мургаб	—	—	—	—	1.337	996	12.456	9.540	113	24.442
	Гунт	—	—	—	—	571	1.949	7.165	3.324	—	3.009
	Памир	—	—	—	—	—	105	1.648	2.236	малая	3.989
	Остальные правые притоки	—	2.780	3.974	4.396	4.941	2.780	3.352	770	—	22.993
Левые притоки.	Кундуз	—	4.019	4.239	5.609	5.799	6.068	3.839	1.690	—	31.263
	Кокча	—	533	2.007	2.047	4.194	4.223	1.628	607	—	15.239
	Вахан-дарья	—	—	—	—	—	590	4.505	505	малая	5.600
	Остальные левые притоки	—	534	1.564	2.568	3.150	8.500	2.248	214	—	18.808
	ВСЕГО	218	18.684	21.261	21.346	27.610	34.343	45.134	20.954	607	190.157
	В %%	0,1%	9,5%	11,3%	11,4%	14,9%	18,4%	23,0%	11,1%	0,3%	100%

Таблица 5. Данные о гипсометрическом распределении земель, водосборной площади Аму-дарьи между Туркестаном и Афганистаном.

	Отметки горизонталей над уровнем моря. в футах.	0—1.000	1—2.000	2—4.000	4—6.000	6—8.000	8—10.000	10—15.000	15—20.000	Выше 20.000	ВСЕГО.
		Площадь в квадратн. верстах.									
Территория.	Туркестана.	218	13.598	13.451	11.122	14.467	14.932	31.417	16.288	607	116.100
	%	100	70	60	49	49	37	71	85	100	60
	Афганистана.	—	5.086	7.810	10.224	13.143	19.411	13.717	4.666	малая	74.057
	%	—	30	40	51	51	63	29	15	—	40
	ВСЕГО:	218	18.684	21.261	21.346	27.610	34.343	45.134	20.954	607	190.157
	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Ледники встречаются, как было указано выше, на землях расположенных не ниже 9.000 фут. Таких земель имеется на территории Туркестана более 76%, а в Афганистане менее 24%.

Но не все высокие земли равномерно покрыты ледниками. Так, в Афганистане высокие земли встречаются преимущественно в бассейнах Кундуза и Кокчи, на северных склонах западного Гинду-куша. Распространение ледников на Гинду-куше неизвестно. Можно, однако, с большой долей вероятности предполагать, на основании некоторых данных (например, принимая во внимание южное положение Гинду-

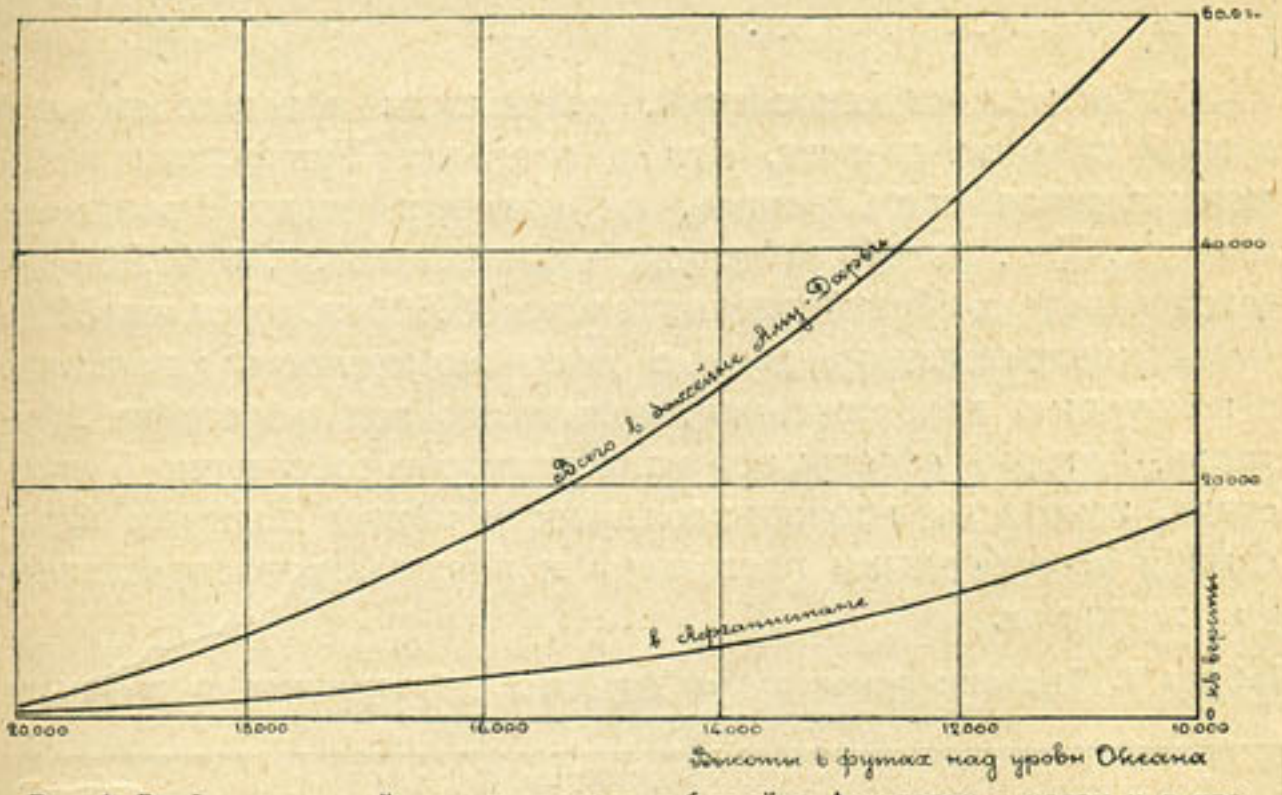


Рис. 1. График площадей высоких земель в бассейне Аму-дарьи в целом и в пределах Афганистана, в частности.

кушского хребета и влияние муссона) что нижняя граница ледников на Гинду-куше находится выше, чем на Памире или хребете Петр Великий и, вероятно, не ниже 14.000 фут. Кроме того, на Гинду-куше ледники имеют слабое развитие, т. к. западный Гинду-куш находится вдали от главного узла заледенения, почему они имеют, вероятно, относительно малое значение в питании Аму-дарьи.

На основании вышеизложенных соображений и данных можно считать, что ледники распространяются на землях, расположенных в пределах Туркестана—выше 10.000 фут. вне Памира и выше 13.000 фут. на Памире, а в пределах Афганистана—выше 14.000 фут. вне Памира и выше 13.000 фут. на Памире. При таком допущении, площади, на которых об-

разуются ледники, распределяются между Туркестаном и Афганистаном следующим образом (см. таб. 6).

Таблица 6. Распределение площадей, на которых образуются ледники.

	Вне Памира		На Памире		ВСЕГО	
	кв. верст.	%	кв. верст.	%	кв. верст.	%
В Туркестане	14.800	79	20.700	89	35.500	85
В Афганистане.	3.900	21	2.500	11	6.400	15
Всего.	18.700	100	23.200	100	41.900	100

На основании исчислений, результаты которых сведены в этой таблице, следует, что в пределах Туркестана находится главная часть земель, на которых распространяются ледники. Так, из общей площади таких земель, в 41.900 кв. верст, в пределах Туркестана находится 35.500 кв. верст, или 85%.

Вышеприведенные данные дают возможность исчислить, с некоторым приближением, количество вод в бассейне Аму-дарьи, которые образуются на территории собственно Туркестана, исходя из пропорциональности между водными запасами и водосборными площадями и площадями распространения ледников.

Таблица 7. Вероятные водные запасы Аму-дарьи, образующиеся на территории Туркестана, для среднего года [1].

		Водосборный бассейн Аму-дарьи				ВСЕГО.	%
		Площадь питания.					
		осадками.	%	ледниками.	%		
Водосборная площадь в кв. верстах.	Всего. . .	116.950	100	41.900	100	—	—
	В Туркест.	57.790	49	35.500	85	—	—
Средние годовые водные запасы в миллион. куб. саж.	Всего. . .	630	100	5.370	100	6.000	100
	В Туркест.	310	49	4.430	85	4.740	79

[1]) Основания для исчисления водных запасов приведены ниже в главе XI, средний расход Аму-дарьи у Керков—182 куб. саж. в 1 сек. или 5750 миллион. куб. саж. в год. К этому количеству следует прибавить 250 миллион. куб. саж. из'ятых на орошение выше Керков.

Таблица эта указывает, что из общего количества водных запасов Аму-дарьи, которые для среднего года исчисляются, кругло, в 6,0 миллиардов куб. саж., во владении Туркестана находится около 4,7 миллиардов или 79%. Ниже будет указано, что, в действительности, в пределах туркестанской части бассейна Аму-дарьи имеются в настоящее время значительно большие водные запасы, по той причине, что воды Аму-дарьи вне пределов Туркестана или не находят применения, за отсутствием пригодных для орошения земель, или не могут быть использованы благодаря препятствиям, поставленным самой природой. Поэтому, в настоящее время в распоряжении Туркестана имеются почти все 100% водных запасов Аму-дарьи или кругло около 6,0 миллиардов куб. саж. для среднего года. Но, не исключается возможность, что со временем, в случае развития в пределах Афганистана гидроэлектрической промышленности, около 1,25 миллиарда куб. саж. воды, образующихся на территории Афганистана, могут оказаться отчасти утерянными для оросительных предприятий, расположенных в пределах Туркестана.

ГЛАВА VII.

Климатические условия в Аму-дарьинском районе.

1. Общие замечания.

Климатические условия имеют первостепенное практическое значение в ирригационном хозяйстве. Искусственное орошение является хозяйственной необходимостью лишь в известных климатических зонах, где среднее количество осадков оказывается недостаточным для обеспечения полного развития сельскохозяйственных растений.

Большое значение имеет также постоянство осадков и отсутствие единичных годов или ряда лет, когда выпадает бóльшое количество осадков, против среднего, и когда представляется возможность ведения хозяйства без искусственного орошения. В такие годы доходность ирригационных предприятий оказывается ничтожной и не оправдывает расходов по содержанию оросительных сооружений. Немалое значение имеет и постоянство распределения осадков в отношении времен года и, в частности, отсутствие их во время уборки урожая и в известные периоды роста растений, например, во время созревания хлопка.

Некоторые сельскохозяйственные культуры, из числа наиболее доходных, имеют хорошую и постоянную урожайность лишь при наличии особых климатических условий. Так, урожайность хлопка и качество волокна зависит от продолжительности безморозного периода, от количества тепла за вегетационный период, от крайних температур и влажности воздуха, от количества и момента выпадения осадков и некоторых других условий.

Для освещения основных вопросов ирригационной пригодности климата в Аму-дарьинском районе в нижеследующем приведены некоторые результаты метеорологических наблюдений. Они имеют своей целью, во-первых, дать общую климатическую характеристику Аму-дарьинского района, и во-вторых, выяснить специальные климатические условия, имеющие значение в сельском хозяйстве, вообще, и в хлопководстве, в частности.

Кроме того, в дальнейшем, в главе XIII приведены основные материалы (в резолютивном виде) по прогнозу расходов Аму-дарьи, на основании метеорологических наблюдений.

Зависимость расходов Аму-дарьи от метеорологических элементов не подлежит сомнению и с установлением этой зависимости открывается возможность предсказания, за некоторый промежуток времени вперед, водного режима Аму-дарьи. Практическое значение прогноза водных расходов очень велико, о чем подробнее будет изложено ниже. Здесь уместно привести лишь следующий пример:

Вегетационный период 1917 года был в Туркестане исключительно маловодным. Расходы Аму-дарьи в апреле, мае и июне наблюдались в два раза менее нормальных расходов. Вследствие этого, ранние поливы оказались невозможными и большая часть культур, требующих орошения в начале вегетационного периода, погибла. Между тем, маловодье 1917 г. можно было предвидеть заранее и своевременным принятием соответствующих мер значительно ослабить вредные его последствия.

С установлением зависимости между метеорологическими элементами и водным режимом Аму-дарьи представляется также возможность выяснить вероятные расходы Аму-дарьи за те периоды лет, за которые отсутствуют непосредственные гидрометрические наблюдения, но имеются показания метеорологических станций. Метеорологические наблюдения производятся на некоторых станциях в аму-дарьинском районе в течение 20—30 и даже свыше 40 лет, а гидрометрические наблюдения охватывают, с некоторыми пропусками, период времени продолжительностью около 7 лет и, как будет указано ниже, этот период не является показательным для установления средних расходов Аму-дарьи.

2. Климатическая характеристика Аму-дарьинского района.

Метеорологические материалы по Аму-дарьинскому району заключают в себе наблюдения на 19 станциях за различные периоды времени. Наиболее продолжительный период времени, в 43 года, охватывают наблюдения в Петро-Александровске (ныне Турт-куль).

Изучение метеорологических материалов приводит к заключению о наличии на территории Аму-дарьинского района чрезвычайно разнообразных климатических условий. Достаточно указать на следующие значения средней годовой температуры:

Пост Памирский : — 1,0°
Термез : + 17,9°

Средняя годовая изотерма в —1,0° проходит в Европейской части Союза через Колу, а средняя годовая в + 17,9° в пределах Союза наблюдается исключительно в Термезе, окрестности которого являются таким образом самой теплой местностью в СССР.

При наличии столь различных климатических условий представляется затруднительным дать полную климатическую характеристику всей территории Аму-дарьинского района в пределах одной главы настоящего отчета. В дальнейшем приводятся результаты наблюдений лишь на 5 метеорологических станциях, расположенных в долине Аму-дарьи и ее верхних притоков, в местах, в климатическом отношении наиболее типичных для всей территории Аму-дарьинского района [1]).

Местоположение, высота над уровнем моря этих станций и продолжительность их существования указана в нижеследующей таблице:

Материалами, послужившими для составления климатологического очерка являются:

1) Летописи Главной Физической Обсерватории.

2) Донесения наблюдателей на метеорологических станциях Главной Физической Обсерватории за годы 1913—1917, когда летописи не издавались. Обработка наблюдений произведена под руководством Н. А. Коростелева.

Таблица 8. Ведомость метеорологических станций в бассейне Аму-дарьи.

Название станций.	Расстояние от Аральского моря по Аму-дарье.	Высота над уровнем Каспийского моря.	Продолжительность наблюдений (лет) [1]).
Петро-Александровск (Турт-куль).	314 верст	60,0 саж.	35—43
Чарджуй.	694 „	102,0 „	13—21
Термез.	1.091 „	157,0 „	16
Хорог (на Пяндже).	1.685 „	990,0 „	13—16
Пост Памирский (на Мургабе Памирском).	2.004 „	1.700,0 „	10—20

Температуры. Средние месячные температуры на этих станциях, не приведенные к уровню моря, даны в таблице 9:

Таблица 9. Средние месячные температуры воздуха.

Станция.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Год.
Петро-Александровск.	— 5,0	— 1,6	6,0	14,5	22,4	26,8	28,7	26,1	19,7	11,2	4,1	— 1,0	12,6
Чарджуй. .	0,9	4,3	9,6	16,8	23,7	28,1	29,6	27,5	21,9	14,3	8,5	3,3	15,9
Термез . .	3,6	5,9	13,8	17,0	25,4	30,1	32,0	29,6	23.6	16,1	10,8	6,1	17,9
Хорог. . .	— 6,2	— 5,0	1,3	9,9	15,4	19,4	23,0	22,6	18,9	11,2	4,4	— 3,0	9,3
Пост Памирский .	—17,3	— 14,7	— 6,8	0,3	5,8	9,8	13,5	13,1	7,5	0,0	—7,4	—15,7	— 1,0

Из этих данных усматривается, как уже было отмечено выше, что самые теплые места располагаются в южной части Аму-дарьинской равнины.

В восточном направлении, на таких же широтах, вследствие повышения местности, где расположены Хорог и Пост Памирский, и вниз по течению Аму-дарьи, в северо-западном направлении климат становится холоднее.

[1]) Для исчисления средних значений метеорологических элементов использованы все имеющиеся материалы по наблюдениям за время от основания станций по 1917 г. включительно. В виду многочисленных разрывов в наблюдениях, средние значения не всегда относятся к одним и тем же периодам времени. Наименьшая продолжительность полных наблюдений составляет в Петро-Александровске 35 лет в Чарджуе—13, в Термезе—16, в Хороге—13 и на Посту Памирском—10 лет стиль везде новый.

Амплитуды температурных колебаний в Аму-дарьинском районе очень значительны. В таблице 10-й приведены амплитуды средних месячных температур.

Таблица 10. Амплитуды средних месячных температур.

Станция.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Петро-Александровск.	17,1	15,6	12,0	6,6	6,1	4,9	6,6	5,1	5,5	7,9	9,1	17,9
Чарджуй	14,0	8,7	10,7	5,9	4,9	4,2	2,5	3,9	3,7	7,8	6,8	8,0
Термез	12,9	7,6	8,4	5,0	6,0	5,2	2,5	3,1	4,5	5,0	8,0	8,8
Хорог.	12,8	8,2	8,8	8,0	7,1	11,9	12,3	8,1	11,0	8,1	7,9	8,0
Пост Памирский . .	15,0	12,2	7,3	6,2	3,9	7,5	6,2	3,6	6,0	5,9	6,4	9,5

Наибольшие амплитуды средних месячных температур наблюдаются зимой, меньшие летом, так что, в термическом отношении, в течение вегетационного периода климат в бассейне Аму-дарьи отличается большим постоянством, чем зимой.

Крайние значения температур приведены в таблицах 11 и 12

Амплитуда абсолютных температур очень значительна— в Термезе 83,1° и на Посту Памирском 74,1°. Крайние температуры + 50° и —46,7°. Таким образом, в пределах Аму-дарьинского района наблюдаются столь же низкие температуры, как, например, на севере Европейской России, а максимальные температуры равняются самым высоким температурам в Сахаре, Судане и в других самых жарких частях земного шара.

Наблюдающиеся зимой низкие температуры в равнинной части района не имеют, однако, продолжительной непрерывности, как это следует из данных о среднем числе дней с морозом и без оттепели.

Таблица 13. Число дней с морозом.

СТАНЦИЯ.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Год.
Петро-Александровск.	28	23	13	0	0	0	0	0	0	4	16	27	108
Чарджуй	22	16	10	0	0	0	0	0	0	2	8	18	68
Термез	13	14	5	1	0	0	0	0	0	2	11	14	60
Хорог	31	28	27	2	0	0	0	0	0	7	21	31	137
Пост Памирский . .	31	28	31	30	22	12	1	4	23	30	30	31	275

Таблица 11. Абсолютные максимумы температур.

СТАНЦИЯ.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Год.
Петро-Александровск.	17,6	22,6	32,6	35,7	43,4	42,0	44,4	42,8	39,4	33,2	27,6	19,0	44,4
Чарджуй.	21,8	26,9	33,4	36,4	41,5	42,5	43,5	42,1	39,6	35,1	31,4	24,3	43,5
Термез.	23,0	26,0	34,2	36,0	42,5	49,5	50,0 (1912 г.)	45,0	41,4	38,0	31,6	26,0	50,0
Хорог	7,2	10,2	15,4	24,4	31,5	35,1	35,5	34,6	33,3	28,0	17,0	10,4	35,5
Пост Памирский.	2,2	6,4	11,4	15,8	22,6	29,2	30,7	27,4	22,6	16,4	11,0	3,2	27,4

Таблица 12. Абсолютные минимумы температур.

СТАНЦИЯ.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Год.
Петро-Александровск.	— 30,9	—28,4	—20,2	—4,7	6,0	11,9	11,6	10,6	1,7	—12,2	—23,9	—31,1	—31,1
Чарджуй.	—23,8	—13,8	—16,3	—2,8	6,9	11,6	14,9	12,5	4,2	— 6,3	—19,8	—17,1	—23,8
Термез.	—19,2	—15,2	—10,0	—4,2	5,6	10,0	11,1	11,0	2,1	— 5,6	— 16,0	—23,1	—23,1
Хорог	— 23,8	—23,4	—16,4	—9,4	2 6	5,0	9,2	11,6	5,4	— 4,0	— 7,8	—19,0	—23,8
Пост Памирский.	—46,7	—43,5	—33,5	—23,9	—12,2	— 5,5	— 1,3	— 4,6	—14,4	—26,6	—32,3	—41,6	—46,7

Таблица 14. Число дней с морозом без оттепели.

СТАНЦИЯ.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Год.
Петро-Александровск	19	11	2	0	0	0	0	0	0	0	2	10	44
Чарджуй	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	16
Термез	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Хорог	26	19	7	0	0	0	0	0	0	0	1	16	68
Пост Памирский . .	31	26	16	4	1	0	0	0	2	3	13	30	126

В самой теплой местности Аму-дарьинского района—в Термезе—наблюдается, в среднем за год, 60 дней с морозом, т.-е. дней, когда минимальный термометр дает показания ниже 0°. Но из этого числа морозных дней только 6 дней имеют непрерывный мороз в течение круглых суток, т.-е. без оттепели. Таким образом, 54 дня с морозом, или 90%, имеют среди дня температуру воздуха выше 0°.

На Посту Памирском мороз наблюдается ежедневно в течение октября, ноября, декабря, января, февраля, марта и апреля месяцев, а отдельные дни с морозом встречаются даже летом в июле месяце. Оттепели не бывают в декабре, январе и феврале месяцах, а морозные дни в июне, июле и августе сопровождаются оттепелью неизменно. Всего морозных дней на Посту Памирском 275, т.-е. 75% от общего числа дней в году, из них 126 дней, или 46%, проходят без оттепели.

Безморозный период. Безморозный период наблюдается различной продолжительности и постоянства, как видно из следующей таблицы.

Таблица 15. Время наступления и окончания заморозков и продолжительность безморозного периода.

СТАНЦИЯ.	Наступление последнего мороза.			Наступление первого мороза.			Продолжит. безморозн. периода.		
	Самое раннее.	Среднее.	Самое позднее.	Самое позднее.	Среднее.	Самое раннее.	Наибольшая.	Средняя.	Наименьшая.
							Число дней.		
Петро-Александровск .	19/II	26/III	25/IV	18/XI	25/X	9/X	260	214	192
Чарджуй	14/II	10/III	30/III	22 XI	3/XI	21/X	272	237	216
Термез	9/II	10/III	8/IV	14/XII	22/XI	26/X	305	258	231
Хорог	14/III	29/III	6/IV	22/XI	2/XI	16/X	249	217	193
Пост Памирский . . .	27/IV	21/V	27/VI	30/XI	18/IX	6/IX	154	119	79

Как и следовало ожидать, наибольшая продожительность безморозного периода наблюдается в Термезе, в среднем 258 дней, в исключительно теплые годы—305 дней, и наименьшая на Посту Памирском, в среднем 119 дней. В холодные годы безморозный период на Посту Памирском сокращается до 79 дней.

В северных областях равнинной части безморозный период имеет меньшую продолжительность, чем в южных; так, в Петро-Александровске безморозный период короче на 41—45 дней, чем в Термезе. Последний мороз—весной—наблюдается здесь на 10—17 дней позже, а первый мороз—осенью—на 17—29 дней ранее.

Осадки. Приступая к выяснению вопроса о распределении на территории Аму-дарьинского района осадков, следует указать в самом же начале на чрезвычайную незначительность количества выпадающих осадков. Территория Аму-дарьинского района относится к числу самых сухих областей Азии.

В нижеследующей таблице приведены результаты наблюдений над количеством осадков.

Таблица 16. Среднее количество осадков, выпадающих в течение месяца в миллиметрах.

СТАНЦИЯ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Петро-Александровск	12	9	20	16	7	5	1	1	1	3	6	8	92
Чарджуй	15	13	29	20	12	1	2	0	0	4	7	8	120
Термез	16	14	32	22	11	0	0	0	0	4	7	12	118
Хорог	34	18	26	27	20	8	3	1	2	13	20	19	200
Пост Памирский . . .	6	2	2	4	8	10	9	5	3	2	2	2	51

Распределение осадков отличается некоторыми особенностями и составляет исключение из числа обычно наблюдаемых явлений этого рода.

Наименьшие осадки выпадают в низовьях Аму-дарьи. В районах, расположенных выше, выпадает большее количество. Максимум наблюдается в Хороге, на высоте около 990 саж. над уровнем моря. В районах, расположенных еще

выше, наблюдается меньшее количество осадков. На Посту Памирском, на высоте около 1700 саж., выпадает всего 51 миллиметр. Еще выше, на высоте 2000 саж. и выше, в районах распространения ледников, наблюдается, повидимому, вторичное увеличение количества осадков. Так, в самой северной части водосборного бассейна Аму-дарьи, на северном склоне Гиссарского хребта (уже вне бассейна Аму-дарьи) у Зеравшанского ледника, наблюдения над количеством осадков по горному дождемеру дали 736 мм. [1]) (1913 г.). Подробных наблюдений над осадками в районе ледников у истоков Аму-дарьи не имеется.

Для полной оценки незначительности количества осадков выпадающих в равнинной части бассейна Аму-дарьи, следует принять во внимание число дней с осадками. В нижеследующей таблице приведены эти данные.

Таблица 17. Число дней с осадками.

СТАНЦИЯ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Петро-Александровск	4	3	4	4	2	2	1	1	1	1	2	3	27
Чарджуй	4	3	6	4	3	1	0	0	0	1	2	3	26
Термез	6	5	6	5	3	0	0	0	0	1	3	3	32
Хорог	9	6	6	6	5	3	1	0	1	4	4	6	51
Пост Памирский. . .	3	2	2	3	4	4	4	3	2	1	1	1	30

Из сравнения данных этой таблицы с данными о средних количествах осадков, выпадающих в течение месяца, выясняется, что большому количеству осадков, выпадающих в течение месяца, неизменно соответствует большое число дней с осадками, и, таким образом, средняя интенсивность осадков остается, более или менее, постоянной. В течение дождливого периода, который приходится на зимние и весенние месяцы, выпадает зараз, в среднем, 3—5 мм., а летом 1—2 мм.,—количества, совершенно ничтожные, не могущие дать ни стока, ни увеличения водного запаса в почве, в виду высокой испаряемости. На это обстоятельство будет указано ниже.

---

[1]) См. Отчет Гидром. Части в Туркестанском Крае за 1914 год. Том III, стр. 234.

Осадки выпадают преимущественно в виде дождя, за исключением района Хорога, где преобладают осадки в виде снега.

Ливни наблюдаются очень редко. Так, в Петро-Александровске, где наблюдения ведутся с 1873 года, было всего 6 случаев единовременного выпадения более 20 мм. осадков, преимущественно во время невегетационного периода.

В следующей таблице приведены максимумы осадков:

Таблица 18. Максимумы осадков в миллиметрах.

Станция.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Петро-Александровск	16	25	35	27	31	14	10	7	6	22	18	25	35
Чарджуй	24	31	23	63 (1906)	29	15	33	—	3	14	24	10	—
Термез	17	14	29	24	28	1	2	—	—	25	12	22	29
Хорог	20	30	25	24	27	16	6	10	12	31	22	19	31
Пост Памирский. . .	28	13	8	7	9	21	15	9	7	5	5	7	18

Ливни наблюдаются преимущественно осенью и весной.

В Термезе летние ливни вовсе неизвестны. В Петро-Александровске, за 26-летний период наблюдений, летние ливни с мая по сентябрь известны в следующих случаях:

выпало зараз свыше 5 милиметров—18 случаев,
" " " 10 " — 4 "
" " " 20 " — 1 "

В мае было всего 6 ливней, в июне—8, июле—0, в августе—2 и в сентябре 2.

Приведенные данные указывают, во-первых, на редкость ливней (всего 18 ливней за 26 лет, во-вторых, на преобладание слабых ливней (в 13 случаях наблюдались ливни слабее 10 мм.) и, в-третьих, на преобладание ливней в мае и июне, на отсутствие их в июле и на незначительное выпадение в конце вегетационного периода, в августе и сентябре (всего 4 случая, все слабее 10 мм.).

Грозы наблюдаются очень редко и отмечены:

В Петро-Александровске— всего 3 раза,
" Чарджуе — ни разу,
" Термезе — всего 2 раза.

Все случаи гроз приходятся на месяцы: апрель, май и июнь.

Выпадения града не наблюдалось ни разу, ни на одной из приведенных выше станций за все время наблюдений.

Испарение. Очень важное значение, особенно в некоторых технических расчетах, имеет величина испарения, т.-е. величина слоя воды, испаряющегося в течение года.

К сожалению, в наблюдения над испаряемостью на метеорологических станциях в аму-дарьинском бассейне имеется много пропусков, вследствие чего данные этого рода отличаются меньшей точностью по сравнению с другими метеорологическими наблюдениями.

В нижеследующей таблице приведены средние величины испарения на основании 6-летних наблюдений в Петро-Александровске, 3-летних в Чарджуе, 7-летних в Керках (на Аму-дарье, около 170 верст ниже Термеза), 1-летних в Хороге, 5-летних на Посту Памирском и 5-летних на Мургабе (Закаспийском).

Таблица 19. Испаряемость в миллиметрах.

Станция.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Петро-Александровск	8	21	43	97	162	174	193	177	124	72	29	16	1122
Чарджуй	—	—	101	125	192	239	250	243	154	72	52	23	1500 (около)
Керки	35	57	98	130	201	257	287	231	143	92	63	41	1638
Хорог	12	16	40	139	194	236	318	258	161	79	51	18	1522
Пост Памирский. . .	16	22	51	84	127	155	186	158	110	73	38	23	1143
Гинду-куш (на Мургабе Закаспийском). .	33	61	106	190	383	457	500	461	279	155	89	49	2762

Испарение в Аму-дарьинском районе не наблюдается ниже 1100 м.м. Наивысшее среднее годовое испарение в равнинной части бассейна Аму-дарьи наблюдается на посту в Керках, где оно составляет 1638 м. м., и в Гинду-куше (на Мургабе Закаспийском), где среднее испарение для 5-летняго периода определяется в 2762 м. м.

Приведенные в таблице данные не могут, однако, считаться окончательными, ввиду недостаточной продолжитель-

ности срока наблюдений, на основании которых они выведены. Так, среднее годовое испарение в Петро-Александровске за период 1874—1893 и 1895—1899 г., то-есть за 24 года, определяется в 1519 м.м., т.-е. на 26% выше среднего значения за 5-летний промежуток времени, отмеченный в таблице.

Среднее испарение в Гинду-куше, в 500 м.м. за июль месяц, соответствует самому высокому среднему испарению в районах, расположенных на крайнем юге Египта, в наиболее сухой и жаркой местности земного шара.

Влажность воздуха. Большое значение в жизни растения имеет относительная влажность воздуха. Особенно чувствителен в этом отношении хлопок, который при недостаточной влажности воздуха дает грубое и ломкое волокно. В долине Нила относительная влажность воздуха определяет границы распространения хлопковых плантаций и в южных районах долины, где средняя относительная влажность воздуха для лета наблюдается ниже 35% хлопководство оказывается в коммерческом отношении невыгодным.

Цифры относительной влажности имеются для немногих станций и со значительными пропусками. В приведенной ниже таблице даны значения относительной влажности, взятые из климатологического атласа, за исключением данных по Термезской станции, для которой относительная влажность определена по материалам Летописей Физической Обсерватории.

Таблица 20. Средняя относительная влажность воздуха в процентах в течение вегетационного периода.

СТАНЦИЯ.	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Петро-Александровск. .	52	39	37	36	40	43
Чарджуй.	56	44	43	33	30	40
Термез	51	42	30	28	28	34
Долина Мургаба (Закаспийского).	49	39	29	24	29	34

Воздух отличается наибольшей сухостью в летние месяцы, особенно в июле и в августе. Самые низкие средние значения относительной влажности наблюдаются в Термезе, а именно 20—22%, в мае-июле (по данным 1901—1909 г.г.).

3. Климат дельты Аму-дарьи.

Средние значения главных климатических элементов.

Климатические условия в низовьях Аму-дарьи, в ее дельте, отличаются некоторыми особенностями. С одной стороны, в дельте Аму-дарьи на климат оказывает влияние северное положение района дельты, а, с другой стороны, близость Аральского моря смягчает последствия северного положения и, в результате, в дельте наблюдается более теплый и влажный климат, чем это можно было бы ожидать.

Ввиду этого, а также принимая во внимание, что земли в дельте имеют важное значение в деле оросительного строительства в бассейне Аму-дарьи, представляется необходимым несколько подробнее исследовать климатические особенности дельты.

Дельта Аму-дарьи находится между параллелями 41° 20′ и 43° 40′, занимая, таким образом, более 2-х градусов широты.

Метеорологические наблюдения в Петро-Александровске, расположенном в южной части дельты, на широте 41° 28′, характеризуют лишь район верхней дельты, Хивинский и Шураханский оазисы.

Для распространения результатов метеорологических наблюдений в Петро-Александровске на район нижней дельты, отстоящий на 140—200 верст в северном направлении, необходимо ввести некоторые поправки.

Метеорологические наблюдения в северной части дельты—в Чимбае, Нукусе и Куня-Ургенче, велись в течение непродолжительного времени, недостаточного для определения нормальных значений климатических элементов, почему таковые для некоторых элементов климата дельты определены посредством введения поправок к наблюдениям в Петро-Александровске.

Не входя в подробности методологии вычисления поправок, приводим окончательные результаты исследований в отношении средних месячных температур, начала и окончания морозов и относительной влажности для следующих мест: Куня-Ургенча, Нукуса и Чимбая. [1])

[1]) Н. А. Коростелев. Климат дельты Аму-дарьи. Петроград, 1920 (Неизданная рукопись).

Таблица 21. Нормальные средние месячные температуры

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Куня-Ургенч. . .	—6,0	—3,3	3,9	12,9	20,7	24,6	27,0	25,0	19,0	10,7	3,8	—2,2	11,3
Нукус.	—6,5	—3,9	3,7	12,9	20,6	24,5	26,8	24,6	18,8	10,5	3,3	—2,8	11,0
Чимбай	—7,5	—5,1	2,9	12,4	20,4	23,8	26,3	23,8	18,4	9,9	2,8	—3,4	10,4

Таблица 22. Нормальные сроки окончания и начала морозов и продолжительности безморозного периода.

Станция.	Последний мороз.	Первый мороз.	Безморозный период.
Куня-Ургенч. . .	31 марта	21 октября	204 дня
Нукус.	3 апреля	18 октября	198 дней
Чимбай	5 апреля	16 октября	194 дня

Таблица 23. Средняя относительная влажность воздуха в процентах.

Станция.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Куня-Ургенч. . .	81	76	67	56	45	44	48	50	55	60	69	80
Нукус	81	76	67	55	45	45	50	51	55	60	69	81
Чимбай.	83	78	70	56	47	46	51	52	54	62	70	83
Петро-Александровск.	78	73	63	51	39	38	36	40	42	51	62	76

В отношении осадков район дельты является самой безводной областью России. Среднее годовое количество осадков в дельте составляет менее 100 миллиметров.

Климатическая характеристика дельты.

Климатические условия дельты, на основании приведенных данных, можно охарактеризовать следующим образом.

Средняя годовая температура в центральной части нижней дельты, в Нукусе, ниже, чем в верхней дельте, в Петро-Александровске, на 1,6°, при чем наибольшие разницы наблюдаются в конце зимы, в феврале и марте (—2,3°), и наименьшие осенью, в октябре (—0,7°).

В пределах нижней дельты самым холодным районом является северный—Чимбайский, а самым теплым западный—Куня-Ургенчский. Средняя годовая температура в северном районе на 0,9° ниже, чем в западном, при чем наибольшие разницы наблюдаются зимой, а наименьшие летом.

Численные значения разниц между средними месячными температурами в Чимбае и Куня-Ургенче таковы:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
—1,5	—1,8	—1,0	—0,6	—0,3	—0,8	- 0,7	—1,2	—0,6	—0,8	—1,0	—1,2

Наибольшие расхождения в средних месячных температурах наблюдаются зимой, в январе и феврале (—1,5° и —1,8°), а наименьшие—в начале лета, в мае (—0,3°).

Большая разница в августе (1,2°) об'ясняется, повидимому, тем, что нормальная месячная температура в Чимбае для августа месяца принята слишком низкой. Так для августа 1916 года средняя месячная температура в Чимбае исчисляется, по данным непосредственных наблюдений, в 25,9°, т.-е. на 2,1° выше нормальной. В термическом отношении август месяц в 1916 году был теплее нормального не более чем на 1,5° и, поэтому, не исключается возможность, что истинное значение нормальной температуры для августа месяца в Чимбае выше указанной в таблице 21, примерно, на 0,5°.

Безморозный период в нижней дельте короче, чем в Петро-Александровске, на 10—20 дней.

Влажность воздуха значительно выше; в июле месяце, например, относительная влажность в Чимбае выше на 30%.

4. Общее заключение о климате.

Пригодность климата в Аму-дарьинском районе для хлопководства.

На основании изложенных данных, результатов многочисленных и продолжительных метеорологических наблюдений, представляется возможным дать следующее заключение о пригодности климатических условий в Аму-дарьинском районе для оросительного хозяйства.

Наблюдения над осадками и испаряемостью указывают на необходимость искусственного орошения во всех областях Аму-дарьинского района.

В равнинной части Аму-дарьинского района, в течение вегетационного периода, выпадает, в среднем, от 10 до 15 миллиметров, при испаряемости за это же время не менее 750 миллиметров, т.-е. в 50—75 раз большей. Никакое культурное растение не может существовать при таких условиях без искусственного орошения.

В этом отношении Аму-дарьинский район имеет много общего с Нижним Египтом. В Александрии, например, в дельте Нила, выпадает в среднем: [1]).

Месяц.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Осадки (м. м.).	54	22	17	2	13	0	0	0	0	9	38	80	235

Но климат в равнинной части бассейна Аму-дарьи отличается некоторыми преимуществами по сравнению с климатом в Нижнем Египте. На Аму-дарье, в начале вегетационного периода, редко наблюдаются ливни и совершенно отсутствует град, тогда как в дельте Нила градобой бывает в начале лета, отчего очень страдают молодые хлопковые культуры. Осадки в августе и сентябре на Аму-дарье также незначительны и вреда сельскому хозяйству в частности хлопководству, принести не могут.

В термическом отношении климат долины Аму-дарьи, за исключением ее верхних притоков, оказывается пригодным для успешного произрастания всех сельско-хозяйственных культур, встречаемых на территории Туркестана, в том числе и хлопка.

Хлопок, являясь растением субтропическим, пред'являет значительные требования к климату, в смысле высоких температур, умеренной влажности воздуха и достаточной продолжительности безморозного периода. При недостатке тепла и малой продолжительности вегетационного периода хлопок не вызревает, и большой процент коробочек не успевает раскрыться. Высокие температуры, с другой стороны, и сухость воздуха вредят волокну, отчего оно делается хрупким и малопригодным для выработки пряжи, и хлопок выращенный у северной границы своего распространения, обладает лучшим волокном.

---

[1]) W. Willcocks. Irrigation of Mesopotamia. London 1911. p. 73.

Наименьшее количество тепла, необходимое в туркестанских условиях для вызревания хлопка на плантациях, имеющих коммерческое значение, определено агр. М. М. Бушуевым [1]) на Голодностепской опытной станции, т.-е. у северной границы распространения хлопка. На этой станции скороспелый сорт Упланда вызревает в 128 дней, с затратой тепла в 3200°. Этот сорт хлопка, выведенный на станции, отличается очень высокой урожайностью, а именно, 127 пудов сырца и 40—45 пудов волокна на десятину а также высоким процентом первого сбора (71,2%) и вполне удовлетворительными качествами волокна (длина 23,2—24,8), толщина 0,020—0,015, извитость 68—148, влажность 7,5—8%). Доходность этого сорта необычайно высока—486 руб. на десятину.

За последние годы селекционное дело в Туркестане сделало крупные успехи в создании более скороспелых сортов хлопка и в настоящее время имеются еще менее требовательные к теплу сорта хлопка.

Южная граница распространения коммерческих культур хлопка в Средней Азии не определена; в Америке хлопковые посевы еще встречаются в районах, имеющих суммы температур, за время с 1-го мая по 1-е октября, несколько превышающие 4100[2]). Наименьшая средняя влажность воздуха, в течение летних месяцев, с которой мирится хлопок, в южных районах Египта наблюдается в 35% [3]).

На Аму-дарье хлопковые культуры обеспечены за время с 1 мая по 1 октября следующим количеством тепла:

Термез	4308°
Чарджуй	4005°
Петро-Александровск	3788°
Куня-Ургенч	3562°
Нукус	3531°
Чимбай	3452°
Хорог	3040°

Сумма температур за этот же период времени в северной части дельты Нила, в Александрии, составляет, в среднем 3755°.

---

[1]) См. Доклад агр. Бушуева в Трудах с'езда хлопководов в Туркестане в 1912 году. Т. 2, стр. 331.

[2]) G. Foaden, Agricultural possibilities of Mesopotamia, p. 61.
W. Willcocks. The Irrigation of Messopotamia. London 1917.

[3]) W. Willcocks. Egyptian Irrigation. London, 1923, Vol 1, p. 23.

Таким образом, из приведенных данных можно заключить, что требование скороспелых, коротковолокнистых сортов хлопка, в отношении тепла, оцениваемое в туркестанских условиях в 3200°, удовлетворяется с избытком во всех районах долины Аму-дарьи, не исключая самых северных участков дельты. Средняя сумма температур в Чимбае на 250° выше необходимого минимума; в южной части дельты Аму-дарьи наблюдаются в течение месяцев май—сентябрь такие же высокие количества тепла, как в Александрии, у северной границы распространения наиболее требовательного к климатическим условиям египетского хлопка.

В настоящее время хлопковые посевы встречаются в самых северных районах дельты и наблюдения над урожайностью хлопка в дельте Аму-дарьи, произведенные в 1914 году агрономом С. К. Кондрашевым, показали, что в северных районах дельты хлопок имеет не меньшую урожайность, чем в южных.

В долинах верхних притоков Аму-дарьи, на землях расположенных на высоте станции Хорог, т.-е. около 990 саж. над уровнем моря, хлопководство оказывается уже невозможным за недостатком тепла.

Из сравнения данных о термических границах распространения хлопка в Америке и Египте с данными о суммах температур в долине Аму-дарьи можно сделать заключение, что район Термеза находится у южной границы распространения хлопка.

В отношении продолжительности вегатационного периода хлопок пред'являет следующие требования.

Скороспелые и высоко урожайные сорта из селекционных семян вызревают в 128 дней, как было уже указано выше. Простые сорта неизвестного происхождения вызревали в северной части дельты Аму-дарьи, в 1914 году, в 137 дней и, 3 сбора были произведены в 24 дня. Первый и второй сбор дали в одном случае 143 пуда сырца на 1 десятину [1]). Между тем, в термическом отношении 1914 год был холоднее среднего, примерно, на 5% (по данным для Петро-Александровска).

Сравнение данных о продолжительности вегетационного периода хлопка с продолжительностью безморозного пе-

[1]) С. Кондрашев. Орошаемое хозяйство и водопользование в Хивинском оазисе. Москва, 1916, стр. 84.

риода в долине Аму-дарьи приводит к заключению, что даже в самой северной части дельты хлопковые посевы являются обеспеченными вегетационным периодом достаточной продолжительности. Средняя продолжительность безморозного периода в дельте составляет 194 дня, а наименьшая, вероятно, не ниже 170 дней, что с избытком покрывает потребность хлопка.

Весьма важное значение для хлопководства имеет влажность воздуха. Как уже указывалось выше, хлопок, выращенный в условиях низкой влажности воздуха, имеет малоценное волокно. В долине Нила, например, распространение хлопковых культур определяется средней влажностью воздуха в течение летних месяцев, и южнее Ассиута, где средняя относительная влажность воздуха для летних месяцев составляет около 35% и до Бербера, на протяжении 900 верст, хлопководство не имеет распространения, вследствие недостаточной влажности воздуха.

В Аму-дарьинском районе низкая относительная влажность воздуха наблюдается у Термеза и в долине Мургаба (Закаспийского). В Термезе средняя относительная влажность воздуха за 4 летних месяца составляет, по наблюдениям за 1901—1909 г.г., всего 30%, понижаясь в некоторых случаях (например, в 1901 г. до 21%).

В отношении влажности воздуха наилучшие климатические условия наблюдаются в дельте Аму-дарьи. Средняя относительная влажность, за те же 4 месяца, определяется здесь следующими цифрами:

в Куня-Ургенче.	47%
в Нукусе	48%
в Чимбае.	49%

Таким образом, в отношении влажности воздуха, хлопковые посевы, в верхней части долины Аму-дарьи и в долине Мургаба, встречаются с условиями далекими от оптимальных, что не может не отразиться на качестве хлопкового волокна. Наоборот, в дельте Аму-дарьи условия влажности весьма благоприятны, что, повидимому, и является причиной высокого качества хивинского хлопка, лучшего в Туркестане. По сравнению с дельтой Нила, в дельте Аму-дарьи воздух значительно суше: средняя относительная летняя влажность в Каире около 55%, а в Александрии около 70%.

Подводя итоги сказанному о пригодности климатических условий в Аму-дарьинском районе для хлопководства, следует еще раз подчеркнуть следующие два обстоятельства:

1. Наиболее требовательные в отношении тепла хлопковые культуры встречают благоприятные и достаточно однородные условия произрастания на всей территории равнинной части Аму-дарьинского района, не исключая самой северной части дельты Аму-дарьи.

2. В отношении влажности воздуха климат в дельте Аму-дарьи отличается значительными преимуществами, по сравнению с другими областями Аму-дарьинского района.

Вопрос об изменении климата. В общей, и даже в научной, литературе о Туркестане встречаются указания на то, что еще в недавнем историческом прошлом в Аму-дарьинском, и в сопредельных с ним районах, выпадало значительно большее количество осадков и что это количество осадков продолжает непрерывно уменьшаться, а в будущем весь край погибнет под знойным дыханием пустыни.

В настоящее время такой взгляд считается ошибочным. Установлено, что водные запасы края, в среднем, не изменились за весь исторический и большую часть доисторического периода; непрерывного и одностороннего изменения какого либо из климатических элементов также замечено не было. С другой стороны, однако, установлено, что как в отношении осадков, так и других климатических элементов, наблюдаются колебательные изменения, различной продолжительности и степени отклонения от среднего значения. Изменения такого рода имеют большое практическое значение, как будет видно из дальнейшего (см. гл. XI).

ГЛАВА VIII.

Распространение пригодных для орошения земель.

1. Краткие статистические сведения о Туркестане и Аму-дарьинском районе.

Аму-дарьинский район, включая части владений Персии и Афганистана, занимает площадь, равную около половины площади всего Туркестана. Площадь Туркестана измеряется в 1,7 миллионов кв. верст; а площадь Аму-дарьинского района— в 730.000 кв. верст; в том числе, около 300.000 кв. верст находятся вне Туркестана, в Персии и Афганистане.

Численность населения в Туркестане на 1914 год определялась в 10 миллионов человек. В Аму-дарьинском районе состояло около 3,5 миллионов жителей, из них около 1 милл. человек вне Туркестана. Численность населения в настоящее время неизвестна, но, вероятно, не ниже, чем в довоенное время.

Общая площадь поливных земель на всей территории Туркестана, в довоенное время, определялась, приблизительно, в 3 миллиона десятин. В Аму-дарьинском районе находилось в то же время, примерно, 1,1 миллион десятин, из них около 350.000 десятин в пределах персидской и афганской частей района.

Эти общие данные сведены в следующей таблице:

Таблица 24. Общие статистические данные о Туркестане и Аму-дарьинском районе.

Территория.	Общая площадь в 1000 кв. верст.	Площадь поливн. земель в 1000 десятин.	Население в 1000 человек.	Плотность по отношению к поливн. земл., челов. на 1 десятину.	Плотность населен. по отнош. ко всей площ., челов. на 1 кв. версту.
В Туркестане	1731	3000	10.000	3,3	5 8
В Аму-дарьинском районе .	729	1100	3.500	3,4	4,8

Из приведенных данных выясняется, что в Аму-дарьинском районе наблюдается немногим меньшая, чем в среднем для Туркестана, плотность населения, и примерно одинаковая обеспеченность населения поливными землями. Таким образом, территория Аму-дарьинского района, в отношении плотности населения и поливных земель, главнейших факторов производства в хозяйственной жизни Средней Азии, имеет общие с территорией Туркестана особенности.

2. Пригодные для орошения земли.

Происхождение пригодных для орошения земель.

Пригодные для орошения и сельскохозяйственного использования земли встречаются исключительно в районах аллювиальных и пролювиальных образований. В литературе иногда встречается указание на эоловое происхождение этих земель и, поэтому, они называются иногда „лёссом", однако, новейшие исследования не подтверждают этого.

Из числа земель, имеющих почвы годные для сельскохозяйственного использования, не все земли являются удобными для орошения.

Так, земли частью занесенные песками, или имеющие неровную, разрушенную силами воды или ветра поверхность, или засоленные не имеют практического значения, вследствие нерентабельности затрат, при существующей культуре хозяйства, на приведение их в культурное состояние. Площади, занятые землями этих последних категорий включены в нижеследующие подсчеты площадей пригодных для орошения земель.

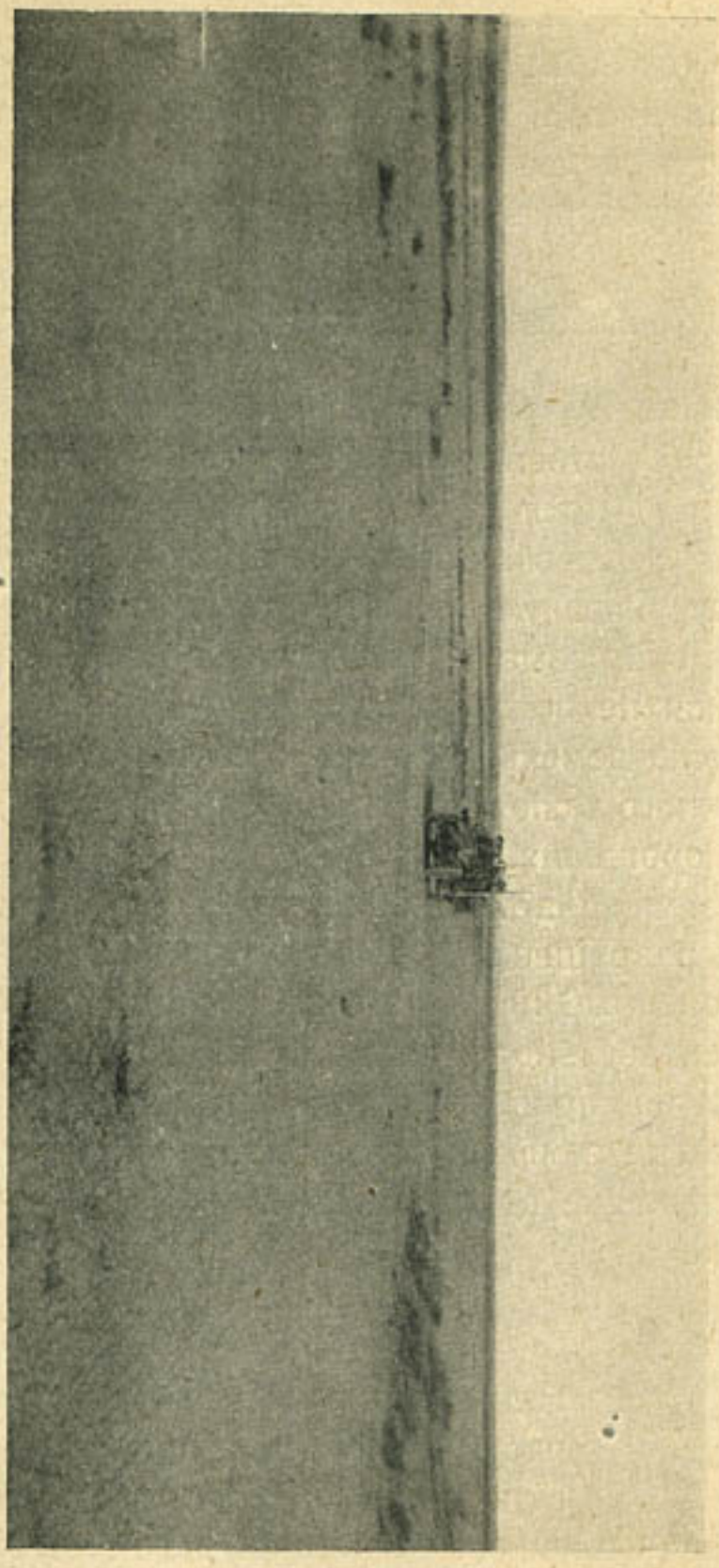
Распространение и площадь пригодных для орошения земель.

Пригодные для орошения почвы расположены преимущественно в пределах равнинной части Аму-дарьинского района и занимают относительно незначительную площадь.

Из общей площади равнинной части, которая исчисляется, примерно, в 54 миллиона десятин, лишь незначительная часть, а именно, около 7,7 миллионов десятин, занята землями, пригодными для сельскохозяйственного использования.

Из числа 7,7 миллионов десятин около 2,0 миллионов десятин находится в настоящее время в фактическом владении

у населения [1]), а остаток в 5,1 миллионов десятин является свободным фондом. Земли, непригодные для сельско-хозяйственного использования, занимают в равнинной части Аму-дарьин-



9. Пригодные для орошения земли в низовьях Аму-дарьи. На снимке автомобиль изыскательной партии с рабочими. (фот. автора).

ского района площадь, примерно, в 46 миллионов десятин. Почвенный покров этих земель составляют, главным образом, пески и, реже, морские глины и разные каменистые породы.

[1]) Из них поливается 1,1 миллион десятин.

Для земледельческого хозяйства такие почвы совершенно не годны и, поэтому, занимаемая ими площадь, т.-е. около 85% общей площади равнинной части аму-дарьинского района, обречена на вечные времена остаться об'ектом кочевого скотоводческого хозяйства.

В нижеследующем перечне, составленном по данным изысканий, приведены все главнейшие массивы *свободных* земель, пригодных для орошения, расположенные в Аму-дарьинском районе, и указаны размеры площадей, занимаемых ими [1]). Земли, находящиеся фактически во владении населения, в перечень не включены.

I. Верховья Аму-дарьи.

1)	В пойме Ях-су, Кызыл-су и Пянджа .	50.000 дес.	данные не окончательные.
2)	В долине Вахша	100.000 »	
3)	В долине Кафирнигана	30.000 »	
4)	На правом берегу Аму-дарьи в урочище Хатын-рабат	7.000 »	
5)	В низовьях Сурхана и Ширабад-дарьи	80.000 »	
6)	В предгорьях между Ак-джарскими горами и Келифом	33.000 »	
7)	В низовьях афганских рек Хулума, Балха, Сары-Пуля, Сангалака .	900.000 »	данные не окончательные.
8)	В долине Кундуза и Кокчи . .		
	Всего в верховьях	900.000 дес.	

II. Среднее течение Аму-дарьи.

9)	В пойме Аму-дарьи между Керками и Ильджиком	8.000 дес.
10)	В тугаях	8.000 »
	Всего по среднему течению .	16.000 дес.

[1]) Точное определение площади, годной для орошения возможна лишь в результате детальных с'емок и почвенных исследований. Такие подробные с'емки составляют, обычно, предмет строительных изысканий. Данные предварительных изысканий, в отношении размеров годных для орошения площадей, являются неизменно приблизительными и, в лучшем случае, согласуются с окончательными в пределах ± 10%.

III. Низовья Аму-дарьи.

11) Шураханский участок (правый берег)	50.000	»
12) В районе Хивинского оазиса	300.000	»
13) В правобережной пойме Аму-дарьи между Ходжа-куль и Биш-тюбе	2.000	»
14) В Чимбайском участке дельты Аму-дарьи	450.000	»
15) В Куня-Ургенчском участке дельты Аму-дарьи	500.000	»
16) В Кунградском участке дельты Аму-дарьи, суходольных и заболоченных земель	360.000	дес. (данные не окончательные.)
17) Под камышами и мелкими водами на южном берегу Аральского моря	350.000	»
Всего в низовьях	2.021.000	дес.

IV. В Закаспийском крае.

18) В низовьях Мургаба и Теджена	1.400.000	дес.	(данные не окончательные.)
19) В предгорьях Копет-дага	900.000	»	
20) В Прикаспийских степях	500.000	»	
Всего в Закаспийском крае	2 800.000	дес.	
Итого в аму-дарьинском районе	5.728.000	дес.	

Всего в Аму-дарьинском районе имеется, следовательно, более 5,7 миллионов десятин свободных земель, годных для сельскохозяйственного использования. Орошение большей части этих земель возможно произвести водами из Аму-дарьи посредством самотечных или машинных каналов.

Следует, однако, иметь в виду, что вопрос об орошении большей части вышеперечисленных земель отпадает, вследствие неблагоприятного расположения их или плохого качества и очевидного несоответствия между материальными расходами на устройство орошения и выгодами, которые предвидятся от этого устройства. При осуществлении некоторых проектов предстоит преодолеть чрезвычайные технические трудности или же иметь дело с плохими почвами. Подробное освещение этой стороны вопроса дано во второй части настоящего отчета.

III. Низовья Аму-дарьи.

11)	Шураханский участок (правый берег)	50.000	»
12)	В районе Хивинского оазиса . .	300.000	»
13)	В правобережной пойме Аму-дарьи между Ходжа-куль и Биш-тюбе .	2.000	»
14)	В Чимбайском участке дельты Аму-дарьи	450.000	»
15)	В Куня-Ургенчском участке дельты Аму-дарьи	500.000	»
16)	В Кунградском участке дельты Аму-дарьи, суходольных и заболоченных земель	360.000 дес.	данные не окончательные.
17)	Под камышами и мелкими водами на южном берегу Аральского моря	350.000	»
	Всего в низовьях	2.021.000 дес.	

IV. В Закаспийском крае.

18)	В низовьях Мургаба и Теджена .	1.400.000 дес.	данные не окончательные.
19)	В предгорьях Копет-дага	900.000 »	
20)	В Прикаспийских степях	500.000 »	
	Всего в Закаспийском крае .	2 800.000 дес.	
	Итого в аму-дарьинском районе .	5.728.000 дес.	

Всего в Аму-дарьинском районе имеется, следовательно, более 5,7 миллионов десятин свободных земель, годных для сельскохозяйственного использования. Орошение большей части этих земель возможно произвести водами из Аму-дарьи посредством самотечных или машинных каналов.

Следует, однако, иметь в виду, что вопрос об орошении большей части вышеперечисленных земель отпадает, вследствие неблагоприятного расположения их или плохого качества и очевидного несоответствия между материальными расходами на устройство орошения и выгодами, которые предвидятся от этого устройства. При осуществлении некоторых проектов предстоит преодолеть чрезвычайные технические трудности или же иметь дело с плохими почвами. Подробное освещение этой стороны вопроса дано во второй части настоящего отчета.

ГЛАВА IX.

Описание Аму-дарьи.

1. Истоки и верхнее течение.

Аму-дарья берет начало в пределах Афганистана, в ледниках на северном склоне восточных отрогов Гинду-куша, на высоте 23.200 фут. над уровнем Каспийского моря, в расстоянии 2.144 верст от Аральского моря [1]). Исток Аму-дарьи—

10. Мост через Аму-дарью у Чарджуя. (фот. автора).

небольшая горная речка, известная под названием Вахджира, имеет длину около 40 верст и в нижнем течении называется Вахан-дарья. Вахан-дарья соединяется на 1.966 [2]) версте с Памиром—речкой, вытекающей из озера Виктория или Зоркуль,—и после соединения с ней получает название Пяндж,

---

[1]) Длина Аму-дарьи, в части от истоков до Чарджуя, определена по карте, составленный Туркестанским Отделом Главного Штаба (в масшт. 10 верст в дм.), и от Чарджуя до Аральского моря—по плану, составленному Изысканиями на Аму-дарье (в масшт. 1 верста в дм.).

[2]) Расстояния всюду показаны от Аральского моря, а не от истока.

т.-е. пять рек, по числу пяти главных своих притоков: Вахандарья, Памир, Гунт, Бартанг (Мургаб) и Ванч. На 1775 версте от Аральского моря в Пяндж впадает мощный приток Гунт с Шахдарой, на 1.727 версте—Бартанг, называемый в средней части Мургабом, а в верхней Ак-су.

После Бартанга Пяндж принимает менее многоводные притоки: Язгулем, на 1.764 версте, и Ванч, на 1.651 версте, от Аральского моря.

Реки, составляющие Пяндж, берут свое начало в ледниках, на мощных горных хребетах Ваханском, Шугнанском, Аличурском, Дарвазском и др. Высокие воды в притоках Пянджа наблюдаются в средине лета, когда таяние ледников достигает наивысшей степени. В это время расход воды в наиболее многоводном притоке Пянджа — Гунте — достигает 44 куб. саж. в сек. (июнь 1914 года).

Все главные притоки Пянджа в горном участке впадают в Пяндж справа, т.-е. берут начало в пределах С. С. С Р. С левой стороны, афганской, значительных притоков не имеется.

На 1.404 версте от Аральского моря Пяндж выходит на равнину. В этом месте высокие воды разливаются и образуют обширный болотистый остров Урта-тугай, длиной до 50 верст и шириной до 15. В конце Урта-тугая долина Пянджа сужается. На 1.340 версте Пяндж принимает слева большой приток Кукча, истоки которого находятся в ледниках в центральной части Гинду-куша, во владениях Афганистана. На 1.325 версте река снова выходит на широкую долину, верст 50 длиной и до 20 шириной. На 1.213 версте в Пяндж впадает справа Вахш, самый многоводный приток Пянджа.

Горный участок Пянджа, от истока до выхода на равнину, имеет протяжение около 740 верст и около 2.100 саж. падения, или, в среднем, 2,85 саж. на 1 версту. На большей части протяжения этого участка река имеет очень бурное течение, изобилует мелями и порогами. Долина, по которой проходит река в горном участке, очень узкая, местами русло реки проходит между отвесными, как стена, и высокими скалами. В таких местах долина становится непроходимой, и вьючная тропа, идущая по берегу реки вдоль большеей части течения Пянджа, сворачивает далеко в сторону к ближайшим перевалам через горные массивы.

Ниже впадения Вахша река получает название Аму-дарьи. Как известно, Вахш считался до недавних времен главным руслом Аму-дарьи и, поэтому, Аму-дарья называется поныне западными географами именем Вахша—Оксус.

Ниже впадения Вахша Аму-дарья принимает слева большой приток Кундуз-дарья, а справа — менее значительные притоки Кафирниган и Сурхан

Ниже впадения Сурхана, на протяжении около 1.100 верст, до самого Аральского моря Аму-дарья не имеет притоков. На этом участке воды Аму-дарьи частично разбираются на орошение, вследствие чего на протяжении между устьем Вахша и Аральским морем водные запасы Аму-дарьи не только не увеличиваются, но постепенно и значительно уменьшаются.

После выхода на равнину характер реки изменяется. Русло реки в горной части проходит в прочных коренных породах, которые выдерживают большие скорости течения, не подвергаясь размыву. В равнинной части русло Аму-дарьи залегает в легких грунтах новейшего аллювиального образования, которые легко и быстро размываются водами реки. Скорости течения в равнинной части реки значительно меньше скоростей течения в горном участке, вследствие меньших уклонов реки; скорости течения достигают, все же, 2,0 и более саж. в сек., превосходя, в виду малой глубины русла, во много раз критические скорости, допустимые для грунтов этого рода. Поэтому, русло реки претерпевает постоянные изменения во всех своих гидравлических элементах и Аму-дарья, в пределах равнинной части, является наиболее типичной представительницей реки с переменным руслом.

2. Аму-дарья в равнинной части.

В равнинной части Аму-дарьи следует различать 3 участка: верхний участок, от устья Вахша, на 1213-й версте от Аральского моря, до теснины Ильджик, на 624-й версте; средний участок, от Ильджика до Питнякской луки, на 360-й версте, и нижний участок, от Питнякской луки до Бурлы-тау, на 94-й версте от Аральского моря, где начинаются разливы и устье реки теряется среди зарослей тростника (как это имело место в августе 1915 года).

Верхний участок. Аму-дарья, протекает в пределах верхнего участка в долине, которая имеет вначале среднюю ширину около 5—6 верст, а в нижней части эта ширина, постепенно увеличиваясь, достигает 20 — 22 верст. Долина Аму-дарьи в действительности является ее поймой самого недавнего образования. С левой стороны границей поймы являются пески, подстилаемые более древними аму-дарьинскими отложениями. С правой стороны границей поймы являются, преимущественно, невысокие горы и холмы, отроги Гиссарского хребта. Земли, составляющие пойму Аму-дарьи, имеют примерно такие же отметки, как и отметка горизонта высоких вод в реке на соответствующем траверсе, т.-е. профиль хода поперек поймы выражается более или менее горизонтальной линией, отдельные точки которой имеют отметки, отличные от отметки горизонта высокой воды, в пределах ± 0,5 саж. Такое же, примерно, топографическое строение имеет поверхность, прилегающих к левой границе поймы, коренных земель пустыни Кара-кум. Поперечный ход от Аму-дарьи на десятки верст вглубь пустыни Кара-кум неизменно проходит по отметкам, отличающимся от отметки горизонта воды в Аму-дарье в пределах ± 5,0 саж. Коренные земли, примыкающие к правой границе поймы, имеют по мере удаления от Аму-дарьи непрерывно повышающиеся отметки.

В первой половине верхнего участка русло Аму-дарьи проходит около середины поймы, а в нижней половине у правой границы поймы. Русло имеет ширину при высоких водах, в среднем, около 1,5 верст, расширяясь в наиболее широких местах до 5 верст и суживаясь в отдельных точках до 250—300 саж. Таким образом, значительная часть поймы оказывается под руслом Аму-дарьи, остальные же земли поймы в большей своей части заняты населением и использованы под сельско-хозяйственную обработку.

На всем протяжении верхнего участка, т.-е. на расстоянии около 590 верст, берега Аму-дарьи изрыты оросительными каналами. Более 300 оросительных каналов, размерами от 0,5 саж. до 12 саж. ширины по дну, выведено из Аму-дарьи в пределах этого участка. Наиболее густая сеть каналов находится на левой стороне поймы в нижней половине участка, в пределах, так называемого, Чарджуйского оазиса. Но и на правой стороне поймы имеется также значительное количе-

ство оросительных каналов. Всего в пределах поймы верхнего участка площадь орошения составляет около 150.000 десятин, в том числе около 60.000 десятин действительно орошается[1]).

Средний участок. Ниже теснины Ильджик, что находится на 624-й версте от Аральского моря, начинается средний участок Аму-дарьи. В пределах этого участка пустыня подходит почти вплотную к реке с обеих сторон. Левый берег возвышается над уровнем воды в реке на 5—12, а правый на 8—20 сажен. Ширина русла реки на этом участке изменяется в пределах 400 — 700 саж., а расстояние между материковыми берегами—в пределах 2—3 верст. В двух местах русло имеет

11. Голова оросительного канала, на берегу Аму-дарьи. (фот. Унадорта).

сжатое сечение. Первое у Дуль-дуль-ат-алган, на 424-й версте, где русло имеет ширину 150—160 саж. на протяжении 1 версты, и второе у Тюя-муюн, на 380-й версте, где русло сужено до 180 саженей на большом протяжении. В нескольких местах расстояние между материковыми берегами расширяется до 12 верст и в этих местах развивается пойма реки.

---

[1]) Следует различать площадь орошения от площади орошаемых земель. Под площадью орошения следует подразумевать площадь, которую занимают земли с почвами, годными для сельско-хозяйственного использования и находящиеся в пределах района командования оросительного канала или системы каналов. Площадь орошаемых земель, или поливная площадь, составляется из земель, которые фактически поливаются. Поливная площадь неизменно значительно меньше площади орошения так как по причинам, изложенным ниже, не представляется возможным поливать все пригодные для орошения земли, находящиеся в районе командования. Коэффициент поливной площади, т.-е. отношение поливной площади к площади орошения, колеблется, в туркестанских условиях, обычно в пределах 0,3—0,6.

Пойменные земли обычно покрыты зарослями тугайной растительности (туркестанские джунгли) и лишь незначительная часть этих земель находится под сельско-хозяйственной обработкой и орошается водами из Аму-дарьи. Наиболее значительные тугаи расположены на левом берегу. Тугай Дарган-ата, между 509-й и 489-й верстами, имеет ширину до 6 верст и площадь около 7000 дес; из них орошается около 1200 дес. Тугай Джагирибенд находится между 470-й и 453-й верстами, имеет длину 17 верст и ширину до 9 верст; общая площадь его около 8000 десятин и под культурными землями находится совершенно незначительная площадь. Кроме перечисленных больших тугаев, на обоих берегах встречается несколько тугаев меньших размеров.

12. Пароход на Аму-дарье. Остановка у берега на ночевку. (фот. автора).

Берега Аму-дарьи в пределах среднего участка не обитаемы. Оседлое население встречается лишь в немногочисленных селениях, из которых главные — Дарган-ата и Кабаклы — находятся в тугаях тех же названий.

3. Аму-дарья в пределах дельты.

Ниже Питнякской луки, на 360-й версте от Аральского моря, начинается дельта Аму-дарьи.

Дельту Аму-дарьи составляют земли, образованные на выносах реки, занимающие обширную площадь в 50000 кв. верст, в пределах которой русло Аму-дарьи располагается на протяжении около 270 верст.

В дельте Аму-дарьи следует различать три, в гидрографическом отношении различных, части: верхнюю, среднюю и нижнюю. Земли верхней дельты относятся к самым древним образованиям реки и располагаются по обеим сторонам реки на участке между Питнякской лукой и тесниной у Джумуртау. Среднюю дельту составляют земли, прилегающие к ле-

вому берегу реки, между Джумур-тау и тесниной Такиа-таш. Нижнюю дельту составляют земли, занимающие веер между Такиа-таш и Аральским морем; здесь процессы образования продолжаются по настоящее время[1]).

Аму-Дарья в верхей дельте. После выхода в район дельты русло Аму-дарьи значительно расширяется.

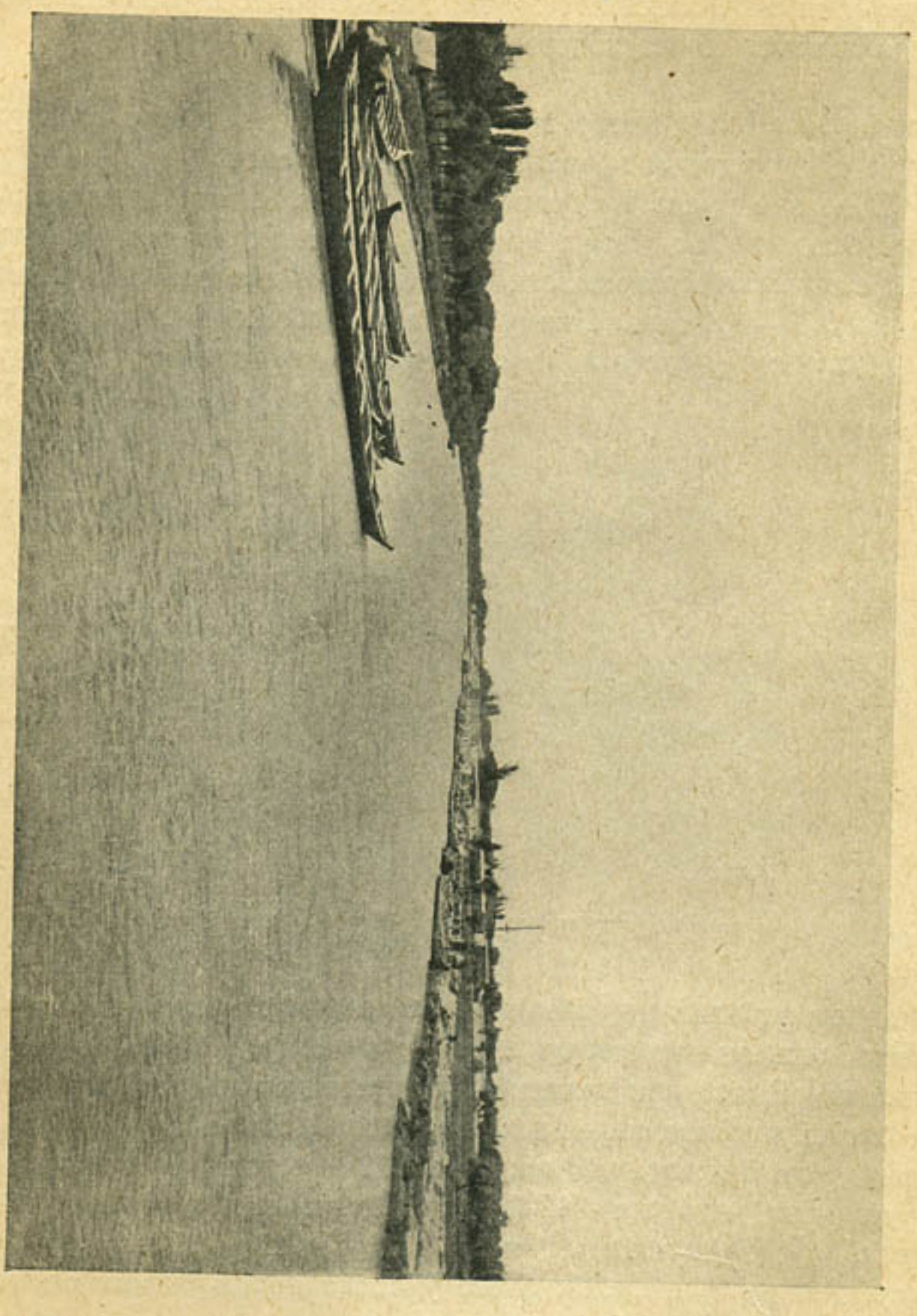
В дельте русло Аму-дарьи залегает в легких аллювиальных породах. Оба берега имеют в пределах верхней дельты низкие отметки поверхности земли, ниже горизонта высоких вод на 0,3 — 0,8 саж. В виду этого, на обоих берегах возведены сложные системы защитных дамб, предохраняющих

13. Переправа в каюке через Аму-дарью, у Таш-Сака. (фот. автора).

земли от затопления паводковыми водами. Русло Аму-дарьи имеет здесь значительную ширину от 3 до 5 верст (во время паводка). Зимой при низких водах русло расчленяется, обычно, на систему многочисленных протоков. На участке верхней дельты, от Питнякской луки, на 360-й версте, до теснины у Джумур-тау, что на 242-й версте, т.-е. на протяжении 118 верст, русло Аму-дарьи имеет прямолинейное, без изгибов, направление. В пределах этого участка поток паводковых вод встречает очень слабое сопротивление со стороны легких осадочных пород, из которых сложены дно русла и оба берега,

[1]) Более подробное описание дельты приведено ниже в отдельной главе, во второй части настоящего отчета.

вследствие чего и при наличии больших уклонов, наблюдаются значительные горизонтальные перемещения русла.



14. Канал Шават, в Хивинском оазисе, около Нового Ургенча. (фот. Унадорга).

Земли верхней дельты, имеют общую площадь около 530.000 десятин; из них 120.000 на правом берегу и 410.000 на левом относятся к числу земель, пригодных для орошения, и большая часть этих земель фактически закреплена

за населением. Поливные земли занимают площадь около 180.000 из них на правом берегу около 30.000 дес.

Более 100 оросительных каналов, в том числе такие, как Шават и Палван-ата, имеющие до 35 саж. ширины по дну, берут свое начало в пределах верхней дельты.

Во время высокого стояния воды в реке оросительные каналы забирают, в общей сложности, до 120 куб. саж. в сек.

Средняя дельта. Ниже Джумур-тау начинается участок средней дельты. Паводковый поток выходит за Джумур-тау с ослабленной мощностью, так как оросительные каналы, забирающие воду в пределах верхней дельты, оказывают существенное регулирующие действие. Поэтому русло Аму-дарьи ниже Джумур-тау значительно уже, чем в пределах верхней дельты и размывное действие паводкового потока не так велико. Средняя ширина русла между Джумур-тау и тесниной Такиа-таш, где начинается участок нижней дельты, не превышает 1,5 версты и лишь в немногих местах русло имеет ширину до 3 верст.

В пределах средней дельты строение берегов Аму-дарьи меняется. С правой стороны к реке подходят вплотную сначала отроги хребта Султан-уиз-даг и на протяжении первых 6 верст определяют направление правого берега реки. Ниже гор Султан-уиз-даг к правому берегу подходит возвышенное плато, высотой в 8—12 саж., имеющее крутой скат в сторону реки. Река течет параллельно изгибам этого плато, в расстоянии 3—8 верст. Между урезом воды и коренным берегом имеется пойма шириной до 4 верст. Земли поймы частью покрыты тугайной растительностью, а частью находятся под сельско-хозяйственной обработкой.

Левый берег в пределах средней дельты в своем строении не отличается от левого берега в верхней дельте. К левому берегу примыкает обширный массив пригодных для орошения земель общей площадью около 800.000 десятин. Эти земли имеют речной фронт длиной около 70 верст, а в поперечном к реке направлении тянутся примерно на 160 верст, до самой Сары-Камышской котловины.

Из пригодных для орошения земель в пределах средней дельты поливается, преимущественно в ее верхней трети, не более 60.000 десятин. Эти земли орошаются, в большей части,

из каналов, берущих воду в верхней дельте. В пределах средней дельты из Аму-дарьи забирают воду около 40 каналов средних и небольших размеров; из них наиболее значительные—Лаузан, Есаул-баши, Су-али—имеют ширину по дну до 12 саж. Паводковый расход этих каналов определяется, примерно, в 30 куб. саж. в сек.

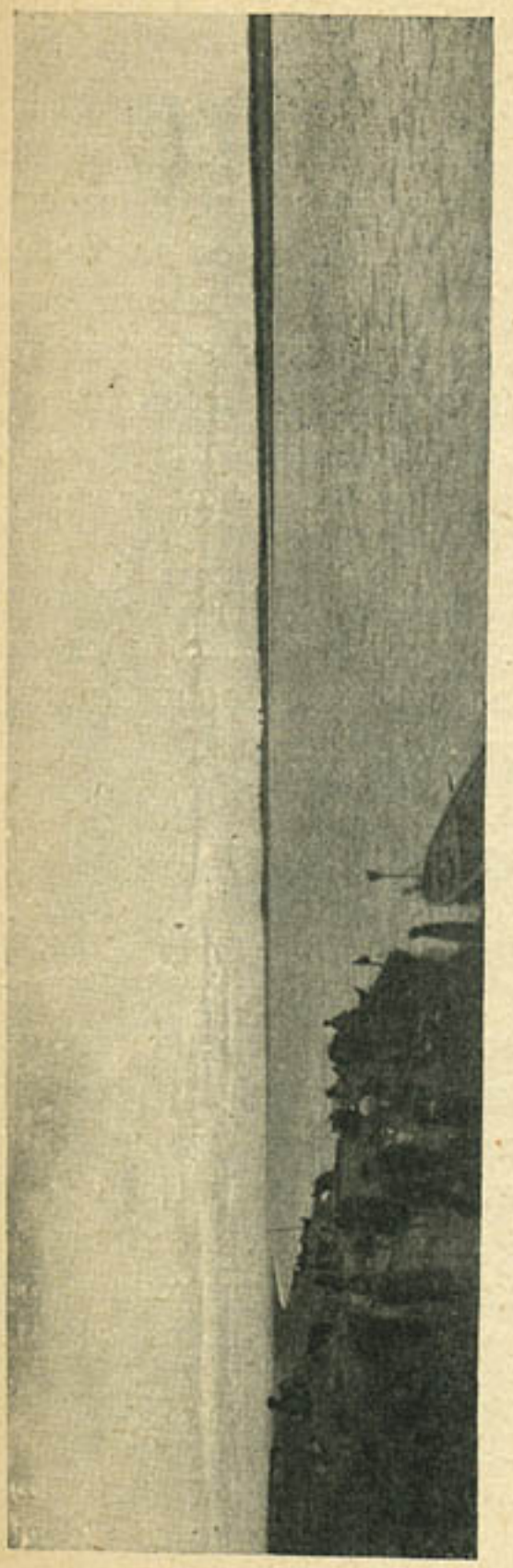
В пределах средней дельты русло Аму-дарьи имеет два закрепленных сечения: упомянутое выше сечение у Джумуртау, шириной около 400 саж., и у Кипчака, шириной около 300 саж.

На 162 версте высокий материковый берег с правой стороны подходит вплотную к реке, а на левом береду в том же месте имеется группа небольших холмов, сложенных также из коренных пород. Русло реки проходит в узкой теснине, называемой именем левобережных холмов Такиа-таш. Ширина русла в этой теснине определяется в высокую воду в 180 саж.

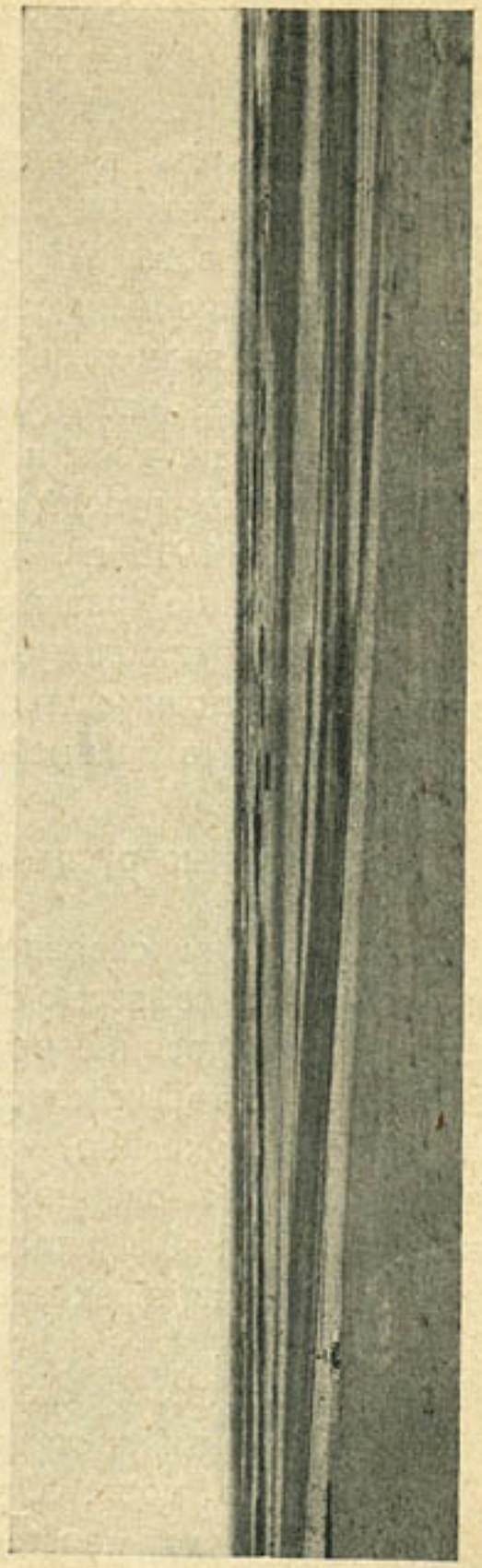
Нижняя дельта. Пройдя Такиа-таш, Аму-дарья вступает в район нижней дельты и проходит, примерно, по ее средине, так что с обоих сторон к берегам Аму-дарьи примыкают обширные пространства равнинных земель новейшего аллювиального образования. Пригодных для орошения земель в нижней дельте насчитывается всего около 1.5000.000 десятин; из них около 800.000 десятин расположено на левом берегу и 700.000 — на правом. Площадь поливных земель в нижней дельте составляет 40.000 десятин, на правом берегу и 20.000 десятин—на левом. Поливные земли на левом берегу орошаются, преимущественно, из каналов, берущих начало в средней дельте, а большая часть земель на правом берегу орошается водами из протока Куванш-джармы, две головы которого находятся 12 верст ниже Такиа-таж. Паводковый расход Куванш-джармы составляет 25 куб. саж. в секунду, а суммарный паводковый расход всех прочих каналов, забирающих воду из Аму-дарьи в пределах нижней дельты, не превышает 5 куб. саж. в секунду.

Русло Аму-дарьи на 134-й версте разветвлялось ранее на два протока, на западный Телеу-бай, от которого вскоре отлялся проток Бек-джаб, и на восточный — Ишан-иккын, проток меньших размеров, чем Телеу-бай.

С течением времени последний проток совершенно обмелел и его голова оказалась занесенной аму-дарьинскими наносами, а проток Ишан-иккын расширился и имеет в настоящее время (1915 г.) русло, достаточное для пропуска



15. Аму-дарья у Нукуса.



16. Вид с горы Кубе-тау на разливы Аму-дарьи. (фот. автора).

всего паводка Аму-дарьи, т.-е. около 600 куб. саж. в секунду. Ввиду этого, не может быть возражений против сохранения за этим единственным руслом названия Аму-дарьи.

Дойдя до горы Бурлы-тау, что на 94-й версте от Аральского моря, Аму-дарья выделяет несколько протоков, по которым паводковые воды изливаются в пониженные места, расположенные по обоим сторонам реки.

Верст на 10 ниже Бурлы-тау русло Аму-дарьи упирается в разливы и оканчивается (август 1915 г.).

В пределах нижней дельты русло имеет ширину от 250 до 350 саж. и лишь в немногих отдельных местах ширина русла, во время стояния высоких вод, достигает 1,5 верст.

В разливах воды Аму-дарьи распределяются по бесчисленным, постоянно меняющимся, протокам и рукавам, скрытым под обшим водным зеркалом, среди густых зарослей тростника. В нижней части разливов воды вновь собираются в русла Талдык, Канд-узяк и Казак-дарья и по этим руслам, а частью без всяких русел, изливаются в Аральское море (август и сентябрь 1915 г.).

Аму-дарьинские разливы представляют собой сложную гидрологическую проблему, в виду чего, а также в связи с вопросом о необходимости осушения разливов, описанию разливов посвящена в дальнейшем отдельная глава.

4. Старые русла Аму-дарьи и Сыр-дарьи.

При описании современного русла Аму-дарьи уместно остановиться на вопросе о старых руслах Аму-дарьи, которые существовали в древние исторические и доисторические времена и следы которых сохранились до настоящего времени.

Выше было указано, что к левому берегу Аму-дарьи примыкает обширная равнина, пустыня Кара-кум. На поверхности Кара-кум наблюдаются два ясно выраженных лога, которые проходят поперек всей пустыни на протяжении более 1000 верст.

Вершина первого лога приходится на Аму-дарье около Келифской теснины, на отметке примерно 142 саж. над уровнем Каспийского моря. Осевая линия лога в верхней половине, примерно, до пересечения у ст. Уч-аджи со Среднеазиатской железной дорогой, проходит в северо-западном направлении, расходясь в радикальном направлении с Аму-дарьей. У ст. Уч-аджи расхождение составляет уже около 70 верст. Длина этого участка—300 верст, падение—около 42 саж.,

что составляет 0,14 саж. на 1 версту, т.-е. то же, что и для Аму-дарьи. Пройдя ст. Уч-аджи, осевая линия лога принимает западное направление и приближается постепенно к предгорью Копет-дага. Около станции Бами, на Средне-азиатской

17. Разливы Аму-дарьи. (фот. автора).

жел. дор., расстояние между осью лога и предгорьем составляет менее 40 верст. Длина этого участка определяется в 500 верст, падение — в 55 саж. или 0,11 саж. на 1 версту.

В нижнем участке лога осевая линия имеет сначала-северо-западное направление, а затем северное. В конце лог имеет слабо выраженное строение. Оканчивается он на Узбое, около кол. Халмаджа, на отметках около 14 саж. над уровнем Каспийского моря. Длина нижнего участка около 110 верст, падение—26 саж. или 0,24 саж. на 1 версту. На дне лога, в его верхней половине, имеется ясно выраженное русло, так называемый Келифский Узбой. В это русло в настоящее время стекают паводковые воды из реки Балх, в небольшом количестве, до 1 куб. саж. в секунду. Сечение Келифского Узбоя, однако, достаточно велико для пропуска всего расхода Аму-дарьи. Нижняя половина лога в этом отношении мало изучена.

Другой лог расположен верст 100 севернее первого, в центральной части пустыни Кара-кум. Начало второго лога неясно выражено. Его следует искать на Аму-дарье у теснины Ильджик, на отметках около 105 саж. На протяжении первых 240 верст осевая линия лога, так называемого Унгуза или Чарджуй-дарьи, идет у подножья высокого обрыва до 20 саж. высоты, примыкающего с правой стороны лога. У колодца Мирза-чиле, на 240-й версте, появляются следы русла, которое простирается в северо-западном направлении и не доходит примерно, на 30 верст до возвышенности Ишек-анкрен-кыр, на южной окраине дельты Аму-дарьи. Длина русла около 150 вер. В конце русла осевая линия лога поворачивает на запад и упирается на отметках 33 саж. в Узбой (старое русло протока из Сары-камышского озера в Каспийское море), откуда воды могли стекать в Сары-камышскую котловину, т.-е. в обратном направлении.

Примерно на 330-й версте, несколько ниже кол. Шиик, русло Унгуза имело, повидимому, ответвление. Вторая ветвь направляется на запад, через кол. Ислам-кую к колодцу Бала-Ишем на Узбое, и оканчивается там же, на отметках около 35 саж., откуда воды направлялись в Каспийское море.

Общая длина Унгуза определяетса в 500 верст, как по западной, так и по северной ветви. Общее падение на всем протяжении составляет около 70 саж. или 0,14 саж. на 1 версту. Нижние ветви Унгуза проходят по высоким отметкам,

вследствие чего воды из правой ветви могли стекать в Сары-Камышскую котловину, а из левой—в Каспийское море [1]).

Изложенные предположения о течении Аму-дарьи по Чарджуй-дарье об'ясняют строение земной поверхности в южной части Сары-камышской низменности и, в частности, строение верхнего участка Узбоя, по которому еще недавно, и бесспорно, воды Сары-Камышского озера вытекали в Каспийское море, но которое в этой части имеет *обратный* уклон. Эта часть Узбоя, вероятно, образована протоком из Чарджуй-дарьи.

На основании имеющихся в настоящее время данных не представляется возможным, однако, окончательно решить вопрос о происхождении Унгуза и Келифского Узбоя, и, поэтому, вышеизложенное об этих, так, называемых, старых руслах Аму-дарьи, после дополнительных исследований может потребовать некоторых поправок. На основании имеющихся материалов представляется совершенно бесспорным факт, что эти старые русла не имеют никакого практического значения. Их состояние, направление, местоположение оказываются таковыми, что исключается всякая возможность целесообразного использования их для целей орошения или судоходства.

Поэтому, более обстоятельное изложение имеющихся по этому вопросу материалов в настоящем отчете представляется излишним.

Из числа других старых русел Аму-дарьи, сохранившихся до настоящего времени и расположенных в пределах дельты, следует отметить Даудан, Менгеклы-Кел и Дарьялык (Кунядарья), а также Узбой. Описание этих русел помещено в главе, посвященной описанию дельты Аму-дарьи.

Кроме перечисленных старых русел, по которым когда то протекали воды Аму-дарьи, в аму-дарьинском районе встречаются следы более или менее хорошо сохранившихся русел, по которым стекали в Аму-дарью воды других рек. К числу последних относится, например, старое русло Кара-кол,

[1]) Вышеизложенное описание старых русел Аму-дарьи составлено по материалам рекогносцировочных и инструментальных изысканий, произведенных партиями О. З. У. в бассейне Аму-дарьи, по материалам экспедиции Глуховского и по данным, нанесенным на упомянутой выше карте: Persia & Afghanistan. War Office. 1906, No. 2149.

по которому воды Сыр-дарьи доходили до северо-восточной части (Дау-каринская низменность, по Каульбарсу) дельты Аму-дарьи. Русло Кара-кол отлично сохранилось. Около Яман-кала, в северо-восточной части Дау-кара, русло Кара-кол имеет ширину по дну до 150 саж. при глубине до 6 саж. В этом русле вода текла еще в средине прошлого столетия.

В очень отдаленные времена воды Сыр-дарьи, повидимому, доходили до среднего течения Аму-дарьи. Следы старого русла Сыр-дарьи встречаются в настоящее время на протяжении нескольких сот верст по линии, проходящей севернее Голодной Степи и гор Нура-тау и далее в западном направлении к Аму-дарье. Нижнее течение этого русла совершенно не исследовано. На карте, составленной арабским географом Идриси, в 1154 году, показано, что Сыр-дарья (Шаш) впадает в Аму-дарью (Джейхун) выше того места, где Аму-дарья проходит между горами, т.-е., повидимому, выше Джумур-тауской теснины. Ниже этого места русло Аму-дарьи разветвляется: одна ветвь направляется в Каспийское море, а другая в Аральское море. Последнее имеет на карте очень незначительные размеры[1]).

Старые русла Сыр-дарьи не имеют никакого значения в хозяйственной жизни Аму-дарьинского района.

5. Гидравлические элементы русла Аму-дарьи.

Характер русла Аму-дарьи и грунты, в которых оно проложено.

Русло Пянджа является типичным руслом большой горной реки. Оно закреплено на большей части своего протяжения в прочных берегах и имеет дно устланное камнем, галькой или крупным песком. Систематических гидрографических исследований на Пяндже не производилось, но на основании случайных наблюдений возможно заключить, что в режиме русла никаких аномалий не наблюдается.

Иначе обстоит вопрос о режиме русла Аму-дарьи.

Русло Аму-дарьи относится к переменным руслам. Глубина, живое сечение, среднее дно, горизонты и даже уклоны являются на Аму-дарье элементами переменными и бывают различными даже при одинаковых расходах. Непосредственными причинами непостоянства основных гидравлических

[1]) Encyclopedia Britannica Vol 17 p. 640. London. 1911.

элементов русла являются два фактора: во-первых, — легко размываемые грунты, в которых проходит русло реки, а во-вторых,—большие средние уклоны реки.

Русло Аму-дарьи пролегает на всем протяжении нижнего и верхнего участков в легко размываемых грунтах. На среднем участке берега русла сложены из плотных коренных пород, но дно русла, на всем протяжении до Аральского моря, составляют аму-дарьинские наносы — порода крайне непрочная, легко расплывающаяся в состоянии насыщения.

Малая связность грунтов, образованных из аму-дарьинских наносов, является следствием непременного присутствия в наносах значительного количества песку.

Механический анализ этих грунтов обнаруживает следующие составные элементы:

Таблица 25. Механический состав аму-дарьинских наносных грунтов[1]).

I. Глинистые грунты (продукты отложения в слабо проточной воде).

Диаметр частиц в миллиметрах.	%%
0,5—0,1	03,—1,0
0,1—0,01	11,0—17,0
менее 0,01	80—90

II. Песчаные грунты (продукты отложения в быстро проточной воде).

Диаметр частиц в миллиметрах.	%%	Примечание.
0,5—0,1	60,0	Частицы с диаметром
0,1—0,01	40,0	более 0,5 мм. не встре-
менее 0,01	—	чаются.

Эти данные, указывая на мелкий размер частиц, из которых слагаются аму-дарьинские отложения, об'ясняют их малую способность сопротивления водному потоку.

---

[1]) По данным анализов лаборатории Гидрометрической части в Туркестанском Крае.

Кроме отмеченных в таблице типов отложений, встречаются также разнообразные супесчаные и суглинистые отложения, имеющие средний состав между глинистыми и песчаными грунтами.

Уклоны. Уклоны Аму-дарьи очень велики и превосходят уклоны всех других больших рек, имеющих переменное русло (Нил, Колорадо, Инд и т. д.).

Средние уклоны реки приводятся в нижеследующей таблице.

Таблица 26. Средние уклоны Аму-дарьи и Пянджа.

Конечные пункты участков реки.	Расстояние по стрежню в верстах	Расстояние в верстах	Отметка горизонтов высоких вод над уровнем Каспийского моря в саженях	Превышение в саженях.	Уклоны в саж. на 1 версту
Исток Вахджира (ледник Вревского)	0		2320,0		
		148		938	6,35
Устье Памира.	148		1382,0		
		746		1212	1,63
Устье Вахша	894		170,0		
		591		77	0,130
Теснина Ильджик.	1485		93.0		
		305		28	0,092
Питнякская лука	1790		65,0		
		260		22	0,085
Бурлы - тау.	2050		43,0		
		94		5,13	0,054
Аральское море (август 1915 г.) .	2144		37,87		

Средние уклоны Аму-дарьи изменяются, согласно данным в приведенной таблице, в пределах от 0,08 до 0,13 саж. на одну версту реки. По сравнению со средними уклонами Волги Аму-дарья имеет в 10 раз большее падение и в 2 — 3 раза больше, чем Нил (ниже первых порогов). В действительности на Аму-дарье наблюдаются еще более значительные уклоны. На посту в Керках наибольшие уклоны наблюдались в 0,28 саж. на 1 версту, а в низовьях реки, у Нукуса, наибольшие уклоны достигали 0,13 саж. на 1 версту, при соответствующих средних значениях в 0,12 и 0,08 саж. на 1 версту.

Столь значительные уклоны, естественно, вызывают на Аму-дарье большие скорости течения. Поверхностные скорости во время высоких вод наблюдаются свыше 2,0 саж. в секунду, а средние свыше 1,0 саж. Такие скорости превосходят способность сопротивления грунтов размыву.

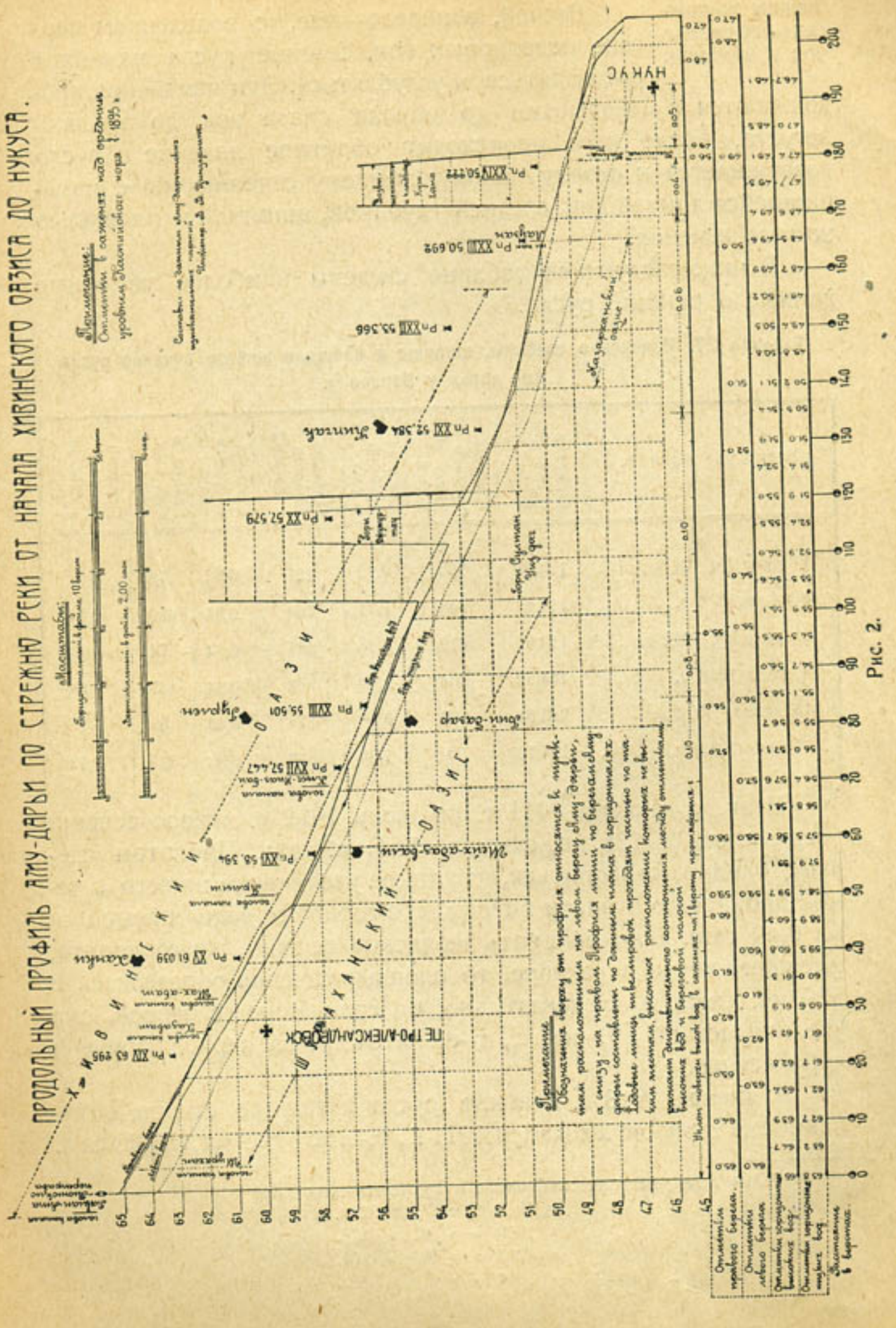

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ АМУ-ДАРЬИ ПО СТРЕЖНЮ РЕКИ ОТ НАЧАЛА ХИВИНСКОГО ОАЗИСА ДО НУКУСА.
НУКУС
ПЕТРО-АЛЕКСАНДРОВСК
Ак-кала
Дуаман
Мех-кала-Баян
Ян-кала
Ургенч
Хивинский оазис
Хивинский оазис
Pn XXIII 50.692
Pn XXIV 50.122
Pn XXII 52.384
Pn XXI 52.579
Pn XXIII 53.366
Pn XXIII 55.501
Pn XXII 57.447
Pn XXII 58.394
Pn XX 61.039
Pn XX 63.295

Рис. 2.

Режим живого сечения, размывы и намывы.

Весной, в апреле—мае, с появлением первых паводковых вод, сечение русла начинает расширяться и углубляться. Эти изменения продолжаются с перерывами до начала спада вод, до июля—августа, после чего происходит обратное явление и русло возвращается к своему малому, зимнему сечению, но с изменившейся линией дна, средней глубиной, шириной и площадью живого сечения.

В нижеследующей таблице сведены наиболее типичные данные о режиме русла.

Таблица 27. Изменение глубины, ширины и площади живого сечения русла Аму-дарьи у Керков [1]).

Время наблюдений.	Отметка горизонта воды.	Средняя ширина по урезу воды в саж.	Средняя глубина в саж.	Площадь сечения в кв. саж.	Средняя скорость в саж. в сек.	Расход в куб. саж. в сек.	Средний уклон в саж. на 1 версту.
17 декабря 1911 г. . .	123,98	160	0,82	125	0,62	78	0,08
6 июля 1912 г.	124,67	448	1,71	764	0,95	650	0,14
30 декабря 1912 г. . .	123,91	419	0,53	221	0,34	74	0,10
4 июля 1913 г.	124,56	804	1,00	803	0,54	437	0,08
15 января 1914 г. . . .	123,94	263	0,68	178	0,36	69	?
17 июня 1914 г.	124,79	700	1,22	855	0,98	840	0,13

Итак, с декабря 1911 г. по июль 1912 г. живое сечение увеличилось с 125 кв. саж. до 764 кв. саж. При этом следует, однако, оговориться, что такое увеличение живого сечения произошло отчасти потому, что горизонт воды повысился на 0,69 саж. Если обмерить июльское сечение до горизонта, имевшего место в декабре, то площадь сечения определится в 520 кв. саж. и, следовательно, по сравнению с первой, она увеличилась на 395 кв. с., т.-е. на 315%, за период времени в 6 месяцев.

В январе 1913 г. сечение русла в том же створе, обмеренное до горизонта декабря 1911 г., т.-е. до отметки 123,98 саж.

---

[1]) Отчет гидрометрической части в Туркестанском Крае
за 1911 г., т. II, стр. 146.
» 1912 » » V, » 176.
» 1913 » » IV, » 272.
» 1914 » » I, » 362.

над уровнем Каспийского моря, определилось в 244 кв. саж., т.-е. произошло уменьшение сечения на 276 кв. саж.; однако, по сравнению с площадью сечения в декабре 1911 г., сечение увеличилось на 119 кв. саж. или на 96%.

В следующей таблице приведены площади сечения русла у Керков, обмеренные до начального горизонта 123,98 и указаны претерпеваемые ими изменения.

Таблица 28. Изменения сечения русла Аму-дарьи у Керков.

Время наблюдений.	Горизонт над уровнем Каспийского моря.	Колебания горизонта.	Площади сечений.		Изменения сечения.	
			Сечение полное.	Сечение до горизонта 123,98	+	—
	в саженях.		в квадратных саженях.			
Декабрь 1911 г. . .	123,98	0,00	125	125		
Июль 1912 г.		+0,69	764	520	395	
Январь 1913 г. . . .		—0,07	221	244		276
Июль 1913 г.		+0,58	803	411	167	
Январь 1914 г. . . .		—0,04	178	199		212
Июнь 1914 г.		+0,81	855	405	206	

Из приведенных данных усматривается, что сечение русла неизменно увеличивается летом и уменьшается осенью. Изменения этого рода происходят, однако, без определенной количественной закономерности. Так, при прохождении слабого паводка 1912 года, когда наибольшие расходы не превышали, при том в течение непродолжительного периода времени, 680 куб. саж. в сек., наблюдался значительный размыв русла, повлекший за собой увеличение сечения на 395 кв. саж., или на 315%, а в 1914 году, исключительно многоводном, когда паводковые расходы достигли своего абсолютного максимума в 866 куб. саж. в сек., сечение русла увеличилось против зимнего в 1914 году всего лишь на 120%, а против зимнего в 1911 г.—на 164%. Многочисленные попытки установить законы изменения сечения русла не увенчались успехом и в настоящее время следует считать установленным фактом, что для рек с резко выраженной переменчивостью русла, как например, для Аму-дарьи, Колорадо или Инда, не существует

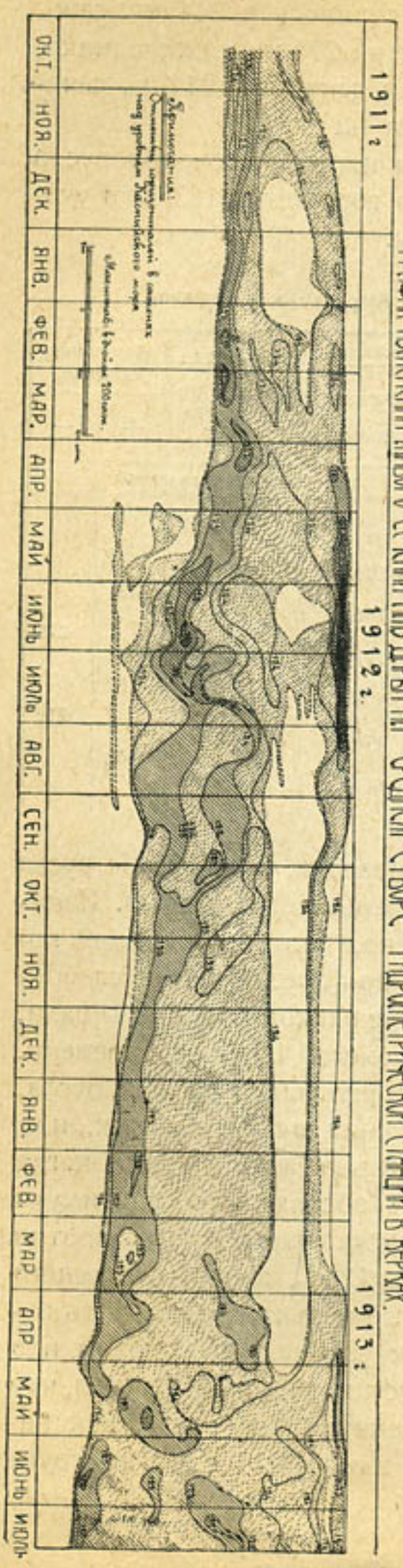


Рис. 3. График изменений живого сечения Аму-дарьи на средней створе гидрометрической станции в Керках.

точных законов, которым подчинялись бы явления размыва и намыва живого сечения.

На графике изменения живого сечения Аму-дарьи, напечатанном на этой странице, изображен режим русла в одном из створов на гидрометрической станции в Керках. На этом графике видно, что русло имело ширину, в конце октября 1911 г. около 130 саж. В ноябре ширина русла начала увеличиваться. Около половины декабря появился остров, который исчез в первой половине марта. В апреле начала увеличиваться глубина русла у правого берега. В конце мая глубина русла у правого берега была более 5 саж., а ширина около 730 саж. После спада высоких вод глубокое место вскоре было занесено и уже в августе месяце там образовался островок (не указанный, за малостью, на графике). Ширина русла после спада не уменьшилась.

Данные 28 таблицы указывают, сколь энергично происходит процесс изменения русла. Ежегодно сечение русла сначала увеличивается в 1,5—3 раза, а затем сокращается в 2—2,5 раза. За период времени с января 1911 г. по июнь 1914 г., т.-е. за $2^1/_2$ года, силой водного потока на протяжении 1 версты Аму-дарьи, в средних условиях русла, было перемещено около 625.000 куб. с. грунта, или, в среднем, по 250.000 куб. саж. в год.

Большое практическое значение имеет вопрос о том, как велико расстояние, на которое переместились эти массы, но обработанные до сих пор материалы изысканий дают возможность охарактеризовать количественную сторону явления отложения наносов, к сожалению, далеко не в полной мере.

На водомерном посту около Кипчака, в средней дельте, были произведены, среди прочих промеров, промеры 1 и 11 июля 1914 г., в период более или менее установившегося паводкового расхода в 510—610 куб. саж. в сек. Между прочим, были произведены промеры на 5, 6 и 7 створах, расстояние между которыми составляет, соответственно 75 и 135 саж. За указанный промежуток времени произошли следующие изменения: в русле реки между 5 и 6 створами за это время было отложено 1440 куб. саж. наносов, а между 6 и 7 створами 3650 куб. саж., всего 5090 куб. саж.; в среднем, за сутки на всем участке между 5 и 7 створами отлагалось 609 куб. саж. Длина этого участка 210 саж., а ширина (часть смоченной поверхности, на которой происходило отложение) — 250 саж. и площадь 52.500 кв. саж. Следовательно, в среднем, за сутки в пределах этого участка реки отлагался слой наносов толщиной около 0,1 саж.

Описанный процесс отложения наносов происходил, однако, крайне неравномерно. Так, площадь сечения на 5 створе, в общей сложности, не изменилась, но в отдельных точках этого сечения происходили следующие изменения: в глубокой части сечения наблюдался намыв, в среднем, на 0,05 саж., а в мелкой части сечения имели место размывы, в среднем, до 0,08 саж., в сутки. Такие неравномерности наблюдались и в других сечениях.

Намывы и размывы русла в действительности являются гребнями и низинами песчаной волны, которая медленно передвигается вниз по руслу реки. Эта волна имеет амплитуду (высоту) 1,0—1,5 саж. (см. график колебания среднего дна у Керков, рис. 4).

Время, протекающее между наступлениями, двух смежных волн в Керках изменяется в пределах 1 — 2 месяцев. Длина волн для Аму-дарьи не установлена. В. Старлинг, изучал песчаные волны в русле Миссисипи [1]) и установил, что

[1]) W. Starlng, The Discharge of the Mississippi River Transactions of the American Society of Civil Engineers, vol. 34, p. 426.

амплитуда волны изменяется в пределах 1 — 2 саж., длина от 47 — 84 саж., скорость перемещения 3—6 саж. в сутки. В глубоких сечениях амплитуда волны и длина меньше, а скорость больше, чем в мелких сечениях.

Численные значения этого явления на Аму-дарье имеют, вероятно, такую же размерность.

Горизонтальные перемещения русла.

Изменение сечения происходит не только в вертикальном направлении, но также и в горизонтальном. Известно, что водный поток, протекая со скоростью, превышающей критическую скорость, т.-е. скорость, при которой начинает происходить размыв русла, стремится, согласно принципа наименьшей работы, расширить свое русло, чтобы уменьшить гидравлический радиус и, следовательно, среднюю скорость течения и восстановить

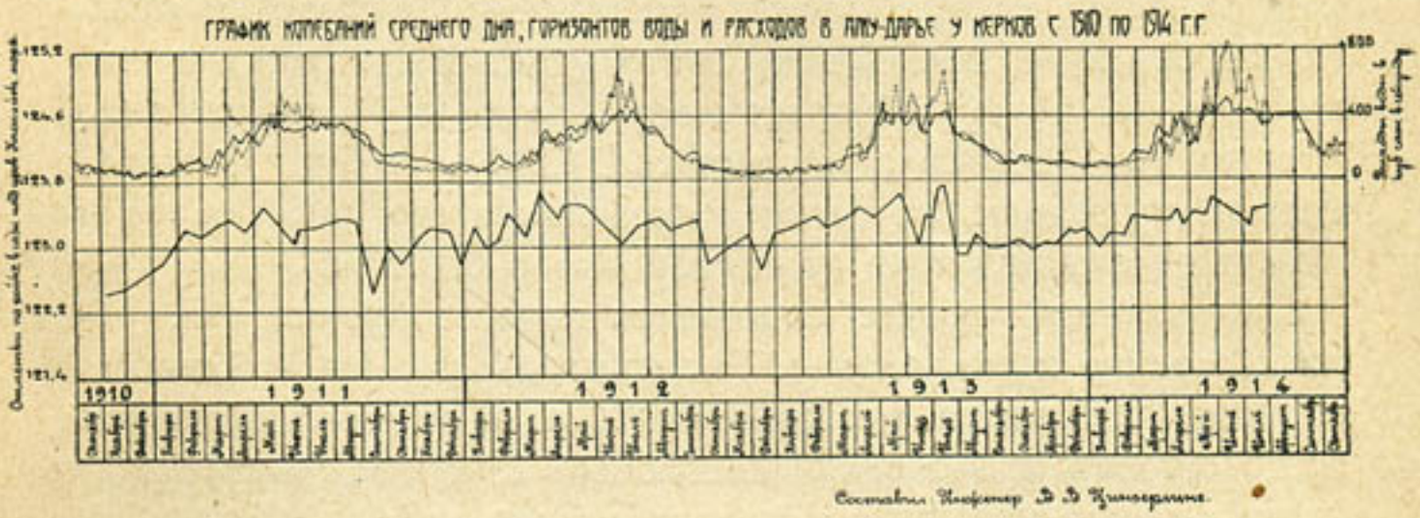


Рис. 4. График колебания среднего дна Аму-Дарьи у Керков.

таким путем равномерность движения. По этой причине, русло Аму-дарьи имеет естественную и непрерывную тенденцию к горизонтальным перемещениям.

Эти перемещения наиболее ясно выражены на тех участках течения Аму-дарьи, где с обеих сторон русла располагаются широкой полосой пойменые земли, а также в пределах дельты.

Началу горизонтального перемещения обычно предшествует отклонение стрежня реки от срединного положения до соприкосновения с одним из берегов. Прилегающая к берегу часть русла начинает быстро углубляться и в течение непродолжительного времени—от нескольких часов до нескольких дней—дно русла у берега размывается на глубину

до 4—8 саж., при отвесном и даже обратном откосе прилегающего берега. Огромные глыбы земли отрываются тогда от берега, увлекая за собой стоящие по близости здания и вековые деревья, и низвергаются в реку с громовым грохотом, который слышен в ночное время за десятки верст. Оторвавшиеся массы земли немедленно раздробляются под ударами водной струи на мельчайшие частицы и относятся вниз по течению, где, обычно в недалеком расстоянии от обвала, ½—2 верст, они вновь осаждаются, образуя остров в русле реки или новый берег.

Размывающая способность Аму-дарьи очень велика. Известны случаи размыва береговой полосы длиной в 2—3 версты и шириной до ½ версты в течение 3—4 недель. Скорость размыва, в поперечном направлении, достигает до 60 саж. в 1 час. Наибольшие горизонтальные перемещения русла наблюдаются в районе Чарджуйского оазиса и в пределах верхней дельты.

В верхней дельте, т.-е. между Таш-сака и Джумур-тау, перемещения русла происходят в определенной полосе, за пределы которой русло не выходило за время с 1888 года по 1913 г. Сравнение с'емок, произведенных в эти годы, обнаруживает, что наибольшие отклонения урезов воды, от их настоящего положения, не превосходят 3-х верст. Пределы горизонтальных перемещений, очевидно, давно подмечены туземным населением, так как все крупные заселенные места и базары в верхней части дельты Аму-дарьи как, например, Хазарасп, Ханки, Петро-Александровск (Турт-куль), Гурлен, Ургенч и др., находятся в расстоянии 3 — 6 верст от современного уреза воды.

Несмотря на частые и значительные перемещения, которые совершает русло Аму-дарьи, в пределах поймы и дельты совершенно не наблюдается сколь-нибудь значительных его искривлений и оно имеет, в общем, прямолинейное направление между отдельными закрепленными в коренных берегах сечениями. Так, в пределах верхней дельты река не имеет ни одного изгиба на протяжении между двумя соседними закрепленными сечениями — верхним у Таш-сака и нижним у Джумур-тау, равном 120 верстам. Об'яснение этому легко найти в большой энергии водного потока и слабости грунтов, в которых проложено русло.

Наоборот, на тех участках, где река протекает в закрепленных с обеих сторон берегах, как, например, на среднем участке, русло имеет несколько значительных искривлений.

Глубина и ширина русла. Русло Аму-дарьи от верховьев до Бурлы-тау имеет во время высоких вод среднюю ширину в 1—2 версты, а в районе Хивинского и Чарджуйского оазисов до 6 верст. В низкие воды средняя ширина русла сокращается до 200—600 саж. Глубина реки также очень изменчива— от 0,6 саж. каковая глубина наблюдается на многочисленных перекатах, до 4 саж. В низкие воды глубина на перекатах уменьшается до 0,25 саж., а на плесах до 1—2 саж.

Гидравлическая характеристика русла Аму-дарьи представляется очень сложной.

В широких местах русла под общим зеркалом воды скрываются многочисленные струи, имеющие глубину 2—4 саж., по которым протекает большая часть расхода. Струи эти постоянно перемещаются, то сливаются одна с другой, то расходятся; также меняется их направление. Поэтому, средние значения ширины и глубины русла не выражают действительного строения русла, и гидравлический радиус не является частным от живого сечения и смоченного периметра.

Когда русло реки проходит между закрепленными берегами, как например, у Келифа, Ильджика, Дуль-дуль-ат-алган Тюя-муюн, Джумур-тау, Кипчака и Такиа-таш, ширина зеркала меняется в более узких пределах—от 150 до 400 саж. в высокую воду и от 70 до 120 саж. в низкую. Глубина в этих местах достигает максимума для всей реки в 8—10 саж.

Ниже Джумур-тау, вследствие значительных из'ятий воды из реки на орошение, русло постепенно суживается и в пределах нижней дельты средняя ширина его наблюдается в высокую воду от 250 до 400 саж., а в низкую она уменьшается до 100 саж. Глубины на этом участке не наблюдаются более 4 саж. в высокую воду.

6. Водный режим Аму-дарьи.

Общие сведения о режиме. С наступлением теплых весенних дней, обычно в начале марта, начинают таять выпавшие за зиму снега в долинах рек Кундуза, Кафирнигана, Сурхана,

Вахша, Кукчи и Ях-су. Бурные потоки мутной, талой воды стекают тогда в Аму-дарью и образуют первый весенний паводок. Наибольшее развитие этот паводок получает в апреле и мае месяцах. В виду неодновременного наступления теплой погоды в перечисленных бассейнах, расположенных в пределах годовых изотерм +18° и —1°, и неодновременного таяния снегов, весенний паводок обычно состоит из ряда быстро возрастающих и так же быстро спадающих расходов, так называемых пиков. В апреле и мае наблюдается от 3 до 7 пиков, со средней продолжительностью в 4—7 дней. В случае большей продолжительности отдельных пиков они перекрывают друг друга, сливаются и образуют общий весений паводок, отличающийся большей равномерностью (1912 г.).

В мае и июне месяцах начинают разливаться притоки Аму-дарьи, питаемые ледниками—Кукча, Язгулем, Ванч, Бартанг, Гунт и многоводный Вахш,—и в Аму-дарье появляется ряд главных летних паводков. Число летних паводков, тоже проходящих в виде пиков, бывает различное; обычно их бывает от 3 до 4, но иногда оно достигает 7, как это было в 1915 г.

Обилье осадков, выпадающих зимой в пределах водосборного бассейна Аму-дарьи, холодная зима и ровная теплая погода весной обусловливают многоводность реки в начале лета, а теплая погода летом в верховьях ледниковых притоков Пянджа является причиной больших расходов Аму-дарьи в течение летних месяцев.

Режим горизонтов. После спада паводковых вод, что случается обычно в конце сентября или в начале октября месяцев, горизонт воды в реке держится обычно на одном уровне в пределах, в среднем, ±0,05 саж. до марта месяца, когда наступает первый весенний паводок. К началу июня повышение горизонта достигает около 0,40 саж.; при прохождении упомянутых выше отдельных внезапных паводков или пиков наблюдаются быстрыя повышения горизонтов, которые достигают 0,20—0,40 саж. на верхнем участке реки и 0,30—0,60 саж. на нижнем участке (у Нукуса). В низовьях реки всегда наблюдаются большие колебания горизонтов, в виду того, что русло имеет там меньшие сечения и уклоны, чем

на верхнем и среднем участках и, следовательно, всякое увеличение или уменьшение расхода отражается в более сильной степени.

В июне месяце, обычно, наступает начало главного летнего паводка. Летний паводок повышает горизонт, в среднем, еще на 0,40 саж., в верхнем, и на 0,60 саж. в нижнем участке. Летний паводок тоже состоит из нескольких пиков, высотой в 0,40—0,60 саж.; более высокие пики наблюдаются в низовьях реки.

В августе месяце горизонты начинают постепенно и равномерно спадать. Спад продолжается в сентябре и оканчивается в октябре. Иногда наблюдается небольшой паводок в сентябре или октябре, вызываемый осадками, выпадающими в верховьях реки, и сопровождающийся повышением горизонта на 0,20—0,30 саж.

Амплитуда колебании горизонтов воды в Аму-дарьи определяется для верхнего и среднего участков в 1,0 саж., а для нижнего в 1,5 саж.

В нижеследующей таблице указаны крайние горизонты стояния воды.

Таблица 29. Предельные горизонты высоких и низких вод, наблюдавшиеся на Аму-даре у Керков, у Чарджуя и у Нукуса.

пост.	Горизонт над уровнем Каспийского моря. в саженях.		Амплитуда в саж.	Период наблюдений.
	Самых высоких вод.	Самых низких вод.		
Керки..	124,80	123,86	0,94	1910—1917 гг.
Чарджуй	100,73	99,77	0,96	1888—1913 гг.
Нукус..	48,12	46,68	1,44	1912—1917 гг.

Следует еще отметить, что в пределах среднего и нижнего участков дельты, в зимнее время, в декабре, январе и феврале месяцах, наблюдается иногда одно или два значительных повышения горизонта; они наступают быстро и неожиданно и достигают высоты стояния летнего паводка. Причиной такого повышения горизонтов зимой являются ледяные зажоры.

Ледяной покров на Аму-дарье обычно наблюдается на нижнем и среднем участках. В верхней половине среднего участка ледостав случается очень редко, а в низовьях, около Нукуса, Аму-дарья замерзает почти ежегодно на 2—2½ месяца, с декабря по февраль. Но ледяной покров на Аму-дарье, даже в низовьях, имеет незначительную прочность, в виду постоянного притока теплых вод из верхнего участка. У Нукуса лед достигает, в холодные зимы, 0,15 саж. толщины.

Подвижки льда в течение зимы происходят очень часто, так же, как и скопление льда на перекатах и образование зажоров.

ГЛАВА X.

Водные запасы Аму-дарьи за 1910—1917 гг.

Обзор материалов по наблюдениям над расходами.

Точное установление водных запасов Аму-дарьи составляет задачу большого практического значения и большой технической сложности.

Изучение водных запасов Аму-дарьи началось с 1875 года экспедицией Дорандта в низовьях Аму-дарьи. В течение 1875 г. в Нукусе было произведено три измерения расходов. Затем, в 1879—80 гг. экспедиция Глуховского произвела 9 измерений в сечении у Нукуса и 10 в сечении у Тюя-муюн. В 1887—90 гг. Управление работ по постройке Средне-азиатской жел. дор. произвело 4 измерения, по одному в год, в створе у Чарджуя. В 1898 году, за время с 15-го июня по 25-е октября, инженер Ольшевский, строитель Чарджуйского моста на Аму-дарье, произвел 24 измерения, также у Чарджуя. В экспедиции Дорандта расходы определялись вертушкой и поплавком, в экспедиции Глуховского вертушкой, в работах Управления Средне-азиатской ж. д. поплавком, а инженер Ольшевский определял расходы с помощью трубки Пито. Одновременно с определением расходов производились непрерывные ежедневные наблюдения над горизонтами. Наблюдения над горизонтами в Чарджуе начались в 1887 году и продолжались непрерывно до 1918 г., возможно, что имеются и дальнейшие наблюдения.

В 1910 году Гидрометрическая часть в Туркестанском крае организовала гидрометрическую станцию в Керках, и с этого времени следует считать начало систематического изучения режима Аму-дарьи и, в частности расходов реки;

(продолжение)

Отметка горизонта над уровнем Каспийского моря в саженях.	Об'емы в миллиардах куб. саж.	Площадь зеркала в тысячах квадр. верст.
36,00	93,90	52,95
35,00	82,00	49,80
34,00	70,50	46,20
33,00	58,50	42,00
32,00	47,50	37,80
31,00	38,00	33,40
30,00	30,25	29,60
25,00	6,00	6,10
20,00	2,00	1,20
10,00	0,50	0,40

Таблица 41. Средне-годовое количество осадков в Казалинске [1]).

Год	1871—1875	— 92 м.м.
„	1876—1880	— 94 м.м.
„	1881—1885	— 118 м.м.
„	1886—1890	— 122 м.м.
„	1891—1895	— 105 м.м.
„	1896—1900	— 137 м.м.
„	1901—1905	— 125 м.м.
„	1906—1911	— 121 м.м.
Среднее за	1871—1911	— 114 м.м.

Таблица 42. Испарение в Казалинске.

Среднее	за 1885 — 1899 гг.	1020 м.м.
Наибольшее (в 1890 г.)		1306 м.м.
Наименьшее (в 1892 г.)		718 м.м.

Осадки и испарение в Казалинске можно считать показательными для всей площади Аральского моря, что подтверждается приведенными ниже выкладками, а также тождественностью метеорологических условий в Казалинске и в районе Аральского моря. Наблюдений на других станциях, расположенных вблизи Аральского моря, за сколько-нибудь продолжительные периоды времени, не имеется. Из следующей картограммы, составленной по данным климатологического атласа России,

[1]) См. Л. С. Берг: „Аральское море", стр. 391 и 239.

. 20. Схема распространения главнейших климатических элементов в районе Аральского моря.

видно, что средняя изогьета, летние изотермы, а также линия равных относительных влажностей воздуха проходят примерно через Казалинск и через среднюю часть Аральского моря [1]).

На основании изложенных выше данных водный баланс Аральского моря за истекший период 1880—1915 гг. представляется в следующем виде.

---

[1]) Данные об осадках приведены за 1870—1911 гг., а данные об испарении за 1885—1899 гг., между тем, как изменение в режиме Аральского моря—непрерывное повышение горизонта—происходило в течение всего периода, начиная с 1880 г. и кончая 1915 г. Данные об испарении за время 1900—1915 гг. имеются в виде необработанных наблюдений, со значительными пропусками. Кроме того, эти данные, по своим количественным результатам, повидимому, не могут быть сравнимы с наблюдениями предшествующих годов. Вероятно произошло или перемещение эвапорометра на станции Главной Физической Обсерватории в Казалинске, или место, где стоит эвапорометр, заросло деревьями, или оказалось со временем застроенным, вследствие чего уменьшилось испарение.

Показания этого эвапорометра крайне низки, также по сравнению с одновременными показаниями другого эвапорометра, находящегося тоже в Казалинске, на станции Гидрометрической части в Туркестанском Крае. Расхождение в показаниях этих эвапорометров таково (см. отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае за 1914 г., т. III, стр. 243 и неизданные бюллетени в архиве Главной Физической Обсерватории):

Испарение в Казалинске в 1914 г.

Месяцы.	ЭВАПОРОМЕТР.	
	Гл. Физ. Обс.	Гидр. Ч. в Турк. Кр.
Май	115	153
Июнь	146	217
Июль	191	247
Август	128	203
Сентябрь	99	142
	689	962

Таким образом, оказывается, что по эвапорометру Гл. Физич. Обс. в Казалинске испарилось за лето 1914 года на 30% меньше, чем по эвапорометру Гидрометрической части.

Средняя величина испарения в Казалинске по эвапорометру Главн. Физич. Обсерватории такова:

1885 — 1892 . . . . 1056 м.м.
1893 — 1899 . . . . 979 м.м.
1900 — 1915 . . . . 890 м.м. (за 11 лет; не было наблюдений за годы: 1902, 1908, 1909, 1912 и 1913).

В дальнейшем, в виду изложенных соображений, приняты в расчет наблюдения над испарением исключительно за период времени 1885—1899 гг.

Аральское море претерпело за это время следующие изменения:

Таблица 43. Изменения уровня, площади поверхности и об'ема воды в Аральском море за период 1880—1915 гг.

Год наблюдения.	Уровень воды над уровнем Каспийского моря в саженях.	Площадь в квадратных верстах.		Об'ем в миллиардах кубич. саженей.	ПРИМЕЧАНИИЕ.
		Соленой воды.	Пресной воды.		
1880	36,43	47.000	7.200	99	Пресная вода наблюдается у южного берега.
1915	37,88	50.600	7.200	116	
Увеличение . . .	1,45	3.600	—	17	

Таким образом, за истекший период времени уровень Аральского моря повысился на 1,45 саж., площадь зеркала увеличилась на 3.600 кв. верст и об'ем—на 17 миллиардов куб. саж.

За это же время с поверхности Аральского моря и прилегающих к морю разливов Аму-дарьи и Сыр-дарьи, площади которых, соответственно, равняются 3.600 кв. верстам и 1.200 кв. верстам, испарилось следующее количество воды [1]):

Таблица 44. Средние годовые потери на испарение в Аральском море за период времени 1880—1915 гг.

	Средняя площадь испарения в кв. верстах.	Слой испарившейся за год воды в саженях.	Об'ем испарившейся за год воды в куб. саженях.
Соленая вода	48.800 [2])	0,43 [3])	5.245.000.000
Пресная вода . . . . {	7.200 (в море).	0,48	863.000.000
	4.800 (в разливах).	0,48	576.000.000
Итого за год			6.684.000.000

[1]) Принимая во внимание, что испаряемость соленой воды, согласно опытам Дорандта, на 10% менее, чем пресной.

[2]) $\frac{47.000+50.600}{2} = 48.800$ кв. верст.

[3]) Испарение, уменьшенное на 10%, 1020 — 102 = 918 мм. = 0,43 саж.

Осадков над Аральским морем выпадало, в среднем, за год:

Таблица 45. Об'ем воды, выпадавшей, в среднем за год, в виде осадков над поверхностью Аральского моря, за время, 1880—1912 гг.

Площадь бассейна в кв. верстах.	Слой осадков за год в саженях.	Об'ем воды, выпавшей в виде осадков за год, в куб. саженях.
56.000 [1]	0,052 [2]	728.000.000

Следовательно, в Аральском море превышение потерь от испарения над осадками, составляло, в среднем за год, 6.684 — 728 = 5,956 миллионов куб. саж., или 189 куб. саж. в сек. постоянного тока. Для поддержания средней площади испарения должно было поступать в Аральское море, в среднем за год, такое же количество воды, т.-е. 189 куб. саж. в секунду. Но в Аральское море поступало большее количество воды, так как горизонт воды поднимался и об'ем воды в море увеличился за 35 лет на 17 миллиардов куб. саж. В среднем за год, об'ем увеличивался, следовательно, на 485 миллионов куб. саж., для чего должно было дополнительно поступать в Аральское море около 15,3 куб. саж. в сек. Таким образом, средний суммарный расход Аму-дарьи и Сыр-дарьи, за истекший период наблюдался равным 189 + 15 = 204 куб. саж.в сек.

Сыр-дарья, как известно, имеет значительно меньшие расходы, чем Аму-дарья, и на основании последних подсчетов, которые за недостатком места здесь не приводятся [3]), средний годовой расход Сыр-дарьи у Казалинска не превышает 29% от общего суммарного расхода обеих рек [4]). Таким образом, можно считать, что за время 1880—1915 гг. из Аму-дарьи поступало в Аральское море, в среднем, около 144 куб. саж. в сек.

Представляется уместным вспомнить здесь слова русского метеоролога Воейкова [5]):

„Я не думаю, что прибыль Арала будет продолжаться непрерывно. Весьма вероятно, что наступит опять более сухой

---

[1]) 48.800 + 7.200 = 56.000 кв. верст.

[2]) 113 мм. = 0,052 саж.

[3]) См. расходы воды в Сыр-дарье у Казалинска по наблюдениям Гидрометрической части в Туркестанском Крае.

[4]) Расходы Аму-дарьи взять по данным станции у Нукуса.

[5]) А. И. Воейков. Очерки Туркестана СПБ 1914 стр. 10.

период, снегов будет выпадать меньше, реки принесут меньше воды, уровень Арала понизится и площадь его сократится. Несомненно существуют так-называемые колебания климата."

Главным фактором, обусловливающим повышение уровня Аральского моря является, повидимому, увеличение водных запасов в реках, которое, в свою очередь, является следствием изменений в режиме ледников, питающих эти реки. Как известно, ледники, питающие Аму-дарью и Сыр-дарью, в течение одних периодов времени наступают и, следовательно, питание рек ледниковыми водами уменьшается, а в другие периоды времени ледники отступают и тогда питание рек усиливается.

В начале текущего и в конце прошлого столетия большое число ледников, расположенных в верховьях притоков Аму-дарьи и Сыр-дарьи, отступали[1]).

Продолжительность периода колебания деятельности для туркестанских ледников не установлена. На альпийских ледниках наблюдаются периоды в 30—50—70 лет[2]), по истечении которых ледники возвращаются к своему прежнему положению. Наблюдения над продожительностью колебания ледниковой деятельности в полной мере согласуются с заключениями Брюкнера о продолжительности климатологических периодов, так как Брюкнер указывал на возможность полного или частичного слияния двух нормальных периодов по 35 лет в один период большей продолжительности.

Поэтому, казалось бы, что на основании имеющихся данных можно предполагать также о наличии для ледников, питающих Аму-дарью и Сыр-дарью, периодичности условий, влияющих на образование и расходование ледников. Продолжительность такого полупериода, согласно наблюдениям над колебанием горизонта Аральского моря, устанавливается в 35 лет, а всего периода—не менее 50—70 лет. Бо́льшая из этих цифр представляется более вероятной, так как, согласно наблюдениям 1915—1925 гг., водные запасы Аральского моря изменяются медленно.

В дальнейших расчетах продолжительность полного периода колебания уровня в Аральском море и соответствую-

---

[1]) См. наблюдения исследователей Рикмерса, Мерцбахера, Леонова и др.

[2]) По наблюдениям Рикмерса максимумы ледниковой деятельности в Альпах и на хребте Петр Великий совпадают.

щего ему режима ледников принимается в 70 лет и, следовательно, если период 1880—1915 г.г. был многоводным, то 1915—1950 окажется маловодным.

Если горизонт воды в море понизится до прежнего своего уровня, т.-е. на 1,45 саж., то об'ем моря уменьшится на 17 миллиардов куб. саж. За период этого понижения, независимо от его продолжительности, будет, при условии неизменности испарения и осадков, расходоваться на испарение, за вычетом выпавших осадков, в среднем, 5.956 миллионов куб. саж. в год, или 189 куб. саж. в сек., уменьшение же об'ема воды в Аральском море на 17 миллиардов куб. саж. в течение 35 лет может произойти, если расход в Аму-дарье и Сыр-дарье уменьшится, согласно приведенных подсчетов, в сумме на 15 куб. саж. в сек. постоянного тока.

Нормальные расходы Аму-дарьи в устье, т.-е. у начала разливов, исчисляются, так. обр., для маловодного периода—1915—50 гг.—в 123 куб. саж. в секунду. Соответственные расходы у Нукуса и Керков являются более значительными. Между Нукусом и началом разливов из Аму-дарьи забирается в течение вегетационного периода, в среднем, до 10 куб. саж. в сек., что соответствует среднему годовому расходу в 5 куб. саж. в сек., а между Нукусом и Керками потери на фильтрацию, испарение, и из'ятия на орошение составляют, в среднем за год, 25%.

Таким образом, вероятные нормальные водные запасы Аму-дарьи за весь период водоносности включающий многоводный и маловодный периоды, в Нукусе и в Керках, выражаются в следующих цифрах:

Таблица 46. Вероятные нормальные годовые расходы Аму-дарьи в куб. саж. в сек.

ПЕРИОД.	У Нукуса.	У Керксв.
Многоводный период 1880—1915 гг.	149	198
Маловодный период 1915—1950 гг.	128	171
В среднем, за весь цикл 1880—1950 гг. . .	138	183
Средний расход 1910—1916 гг.		213

Таким образом, на основании изложенных предположений устанавливается, что средний расход у Керков за период непосредственных наблюдений над расходами с 1910 по 1916 гг.[1]), определенный в 213 куб. саж. в сек., на 17 куб. саж. в сек. или на 8%, превышает нормальный расход за весь многоводный период 1880—1915 гг., и на 43 куб. саж. в сек., или на 20%, превышает нормальный расход за ожидаемый маловодный период, предположительной продолжительности с 1915 г. по 1950 г.

Точность метода определения нормальных расходов.

В виду чрезвычайной важности выводов, сделанных в предыдущем параграфе, представляется уместным несколько подробнее остановиться на вопросе о точности метода исчисления вероятных расходов, т.-е. расходов исчисленных на основании данных об изменении горизонта Аральского моря, испарении и осадков.

Некоторое представление о точности и пригодности изложенного метода можно составить на основании следующих поверочных исчислений вероятных расходов и сравнения полученных результатов с непосредственными наблюдениями.

С октября 1912 г. по сентябрь 1914 г., т.-е. за 2-летний промежуток времени, в балансе водного запаса Аральского моря произошли следующие перемены.

Горизонт воды понизился на 0,01 саж., вследствие чего площадь соленого зеркала сократилась с 50.600 кв. верст до 50.580 кв. верст. Об'ем уменьшился на 120 миллионов куб. саж. Испарение в Казалинске наблюдалось в 1912—13 г. в размере 1.020 мм., а в 1913—14 г.—1.110 мм., или всего за 2 года испарился слой в 2.139 мм.[2]) Осадки в Казалинске в 1911—13 г. выпали в количестве 49 мм, а в 1913—14 г. в количестве 188 мм., или всего за 2 года выпало 237 мм.[3]). Следовательно, испарение, за вычетом осадков, составило за

---

[1]) Наблюдения 1916 и 1917 гг. уже не относятся к многоводному периоду и, поэтому, при исчислении процентов отклонения между расходами за время, за которое имеются фактические наблюдения, и расходами за многоводный и маловодный периоды, наблюдения 1916—1917 г. следовало бы исключить из расчета. Но, принимая во внимание, что наблюдения 1916 г. мало отличаются от средних за 1910—16 гг. и что период наблюдений имеет малую продолжительность, наблюдения 1916 г. включены в расчет.

[2]) См. отчет Гидрометрической части в Туркестанском крае за 1913 г., т. IV, стр. 381, и за 1914 г., т. III, стр. 243.

[3]) Там же, за 1913 год, т. IV, стр. 365, за 1914 год, т. III, стр. 204.

период 1912—14 г. 2.139—237=1.902 мм., или 0,895 саж., с поверхности пресной воды и 0,806 саж. (на 10% меньше) с поверхности соленой воды. Средняя площадь поверхности испарения за рассматриваемый период времени равнялась 50.590 кв. верст. для соленых вод и 12.000 кв. верст. для пресных, следовательно, об'ем воды, испарившейся с поверхности Аральского моря, определяется, соответственно, в 10.190 миллионов куб. саж. и 2685 миллионов куб. саж,, или всего 12.875 миллионов куб. саж. С другой стороны, в Аральское море поступило за это же время из Аму-дарьи: в первом году 145 куб. саж. в сек. и во втором году—170 куб. саж. в сек.; из Сырдарьи поступило—57 и 57 куб. саж. в сек. Всего поступало, в среднем, 214,5 куб. саж. в сек., или 13.510 миллионов куб. саж. за 2 года.

Таким образом, теоретически определенный расход воды исчисляется в 12.875 миллионов куб. саж., а фактически поступило, согласно измерений, 13.570 миллионов куб. саж. Следовательно, об'ем Аральского моря должен был увеличиться на 635 миллионов куб. саж. В действительности, однако, об'ем уменьшился на 120 миллионов куб. саж. Следовательно, расхождение между измеренными расходами и теоретическими исчислениями, исходящими из учета осадков и испарения, определяется в 735 миллионов куб. саж., что составляет 5,3%, т.-е. точность не меньше точности гидрометрических измерений.

Следует отметить, что год 1913—14 является исключительным годом в отношении количества выпавших осадков. В Казалинске наблюдались в этом году необычайные ливни: 1 в 33 мм., 1 в 15 мм., 1 в 10 мм. и 6 дней с осадками от 5 до 10 мм., давшие в сумме 102 мм. Вследствие выпавших ливней, сумма осадков за 1913—14 г. превышает нормальное количество на 60%. Ливни же имеют в Туркестане очень ограниченное распространение и отнесение, поэтому, всей суммы осадков, выпавших в Казалинске за такой исключительный год, как год 1913—14, на всю поверхность Аральского моря не может не повести к ошибочности исчисления. Если откинуть количество осадков, выпавших в Казалинске за 5 дней, в общей сложности на 75,3 мм. и считать, что над морем выпало на 75,3 мм. меньше осадков, то разница между испарением и притоком воды в Аральское море определится в — (минус) 166 милл. куб. саж.,

вместо +120 миллионов куб. саж., и общее расхождение между исчисленными и фактически наблюденными расходами составит всего 286 миллионов куб. саж. или 1,9%.

Если использовать наблюдения только одного 1912—13 г., то получаются следующие результаты. Испарилось за этот год (при осадках в 49 мм. и испарении в 1.020 мм.) всего 6.680 миллионов куб. саж. Поступило из Аму-дарьи 145 и из Сыр-дарьи 57 куб. саж. в сек., а всего 6.350 миллионов куб. саж. Водный баланс Аральского моря определяется, следовательно, в—330 миллионов куб. саж. В действительности, за этот год горизонт воды остался без изменения и, следовательно, водный баланс был сведен без остатка и полученную разницу в—330 миллионов, следует отнести за счет неточности исчислений, каковая составляет 5%. Ошибка, повидимому, произошла от того, что чрезвычайно малое количество осадков, выпавшее в этом году в Казалинске—49 мм. явление чисто местного значения, было распространено на все Аральское море; следовало бы предположить, что на площади Аральского моря среднее количество осадков было более близко к нормальному, чем в Казалинске. С увеличением количества осадков на 10 мм. разница между притоком и расходом воды в Аральское море уменьшается, примерно, на 70 миллионов куб. саж.; таким образом, если допустить, что над морем выпало, в среднем, нормальное количество осадков—113 мм.—, то получится полное совпадение между количествами воды, израсходованными на испарение и поступившими из Аму-дарьи и Сыр-дарьи, и ошибка сведется к нулю.

К сожалению, в настоящее время, в распоряжении составителя настоящего отчета, не имеется данных об осадках и испарении в Казалинске за другие годы, за которые известны расходы Аму-дарьи и Сыр-дарьи и, поэтому, приходится ограничиться изложенными выше выкладками для характеристики точности метода исчисления вероятных расходов Аму-дарьи по данным о водном балансе Аральского моря.

Оказывается, что, несмотря на то, что годы 1912—13 и 1912—14 в некоторых отношениях отличаются от нормальных, полученные результаты с достаточной убедительностью указывают на практическую пригодность метода исчисления вероятных расходов Аму-дарьи на основании данных об изменении горизонта Аральского моря. Поэтому, данные об

ожидаемых, в предстоящем будущем, расходах Аму-дарьи заслуживают внимательного отношения к себе и, в виду отсутствия других предположений по этому вопросу, следует, руководствуясь обычной для технических расчетов осторожностью, в дальнейших построениях плана водного хозяйства исходить из нормальных расходов Аму-дарьи, исчисленных для маловодного периода.

Нормальные средние месячные расходы Аму-дарьи.

Расходы Аму-дарьи за 1910—1915 гг., т.-е. за период непосредственных наблюдений, являются, как было указано выше, преувеличенными по сравнению со средними расходами за более продолжительный период времени. Это преувеличение предполагается особенно значительным по отношению к настоящему периоду времени и менее значительным по отношению к истекшему многоводному периоду. Выше было исчислено, что средний годовой расход Аму-дарьи у Керков за 1910—16 гг. превышает средние расходы за весь многоводный период 1880—1915 гг. на 8%, а средние расходы за ожидаемый маловодный период 1915—1950 гг. на 20%.

Из приведенной выше таблицы средних месячных расходов в Керках можно увидеть, что в многоводном году наблюдаются высокие расходы и зимой, и летом, а в маловодном году и зимой, и летом имеют место малые расходы. Поэтому допустимо полагать, что нормальные средние месячные расходы будут стоять по отношению к средним расходам за 1910—1916 гг. в той же пропорциональной зависимости, как и средние годовые, т.-е. для многоводного периода нормальные месячные расходы уменьшатся на 8%, а для маловодного на 20%.

При приведенном выше исчислении средних месячных расходов в Нукусе сделано было допущение, что эти расходы отличаются от соответствующих расходов в Керках в течение вегетационного периода, т.-е. с апреля по сентябрь, на 28% и в течение зимы на 17%. Принимая в расчет это допущение, нормальные месячные расходы за 1880—1915 гг. и за 1915—1950 гг. выражаются следующими цифрами (см. табл. 47):

Исчисленные вероятные нормальные месячные расходы в дальнейшем приняты к руководству при составлении плана водного хозяйства в бассейне Аму-дарьи.

Таблица 47. Вероятные нормальные месячные расходы Аму-дарьи у Керков и Нунуса за многоводный период 1880—1915 гг. и за маловодный период 1915—1950 гг.

Месяцы.	Период.	Средние расходы за 1910—16 гг.	ПЕРИОДЫ.			
			КЕРКИ.		НУКУС.	
			Многоводный.	Маловодный.	Многоводный.	Маловодный.
		В куб. саж. в секунду.				
Октябрь	Зимний.	111	102	90	86	75
Ноябрь		91	84	73	70	61
Декабрь		76	71	61	59	51
Январь		74	69	60	57	50
Февраль		81	76	66	63	55
За зимний период		110	102	89	85	74
Апрель	Вегетационный.	206	192	166	138	120
Май		358	335	290	241	209
Июнь		457	425	370	306	266
Июль		461	430	373	310	269
Август		336	314	283	226	203
Сентябрь		189	174	152	125	110
Средн. за год		213	198	171	149	128
„ „ вегетац. период.		335	312	271	225	195
„ „ зимний „		91	84	73	70	61

ГЛАВА XII.

Водные запасы других источников, находящихся в Аму-дарьинском районе.

1. Водные запасы поверхностного стока.

Перечень главных источников, их расположение и водные запасы.

Главным водным источником в Аму-дарьинском районе является Аму-дарья со своими притоками, расположенными в восточной части района. Но кроме Аму-дарьи, имеется еще целый ряд других, сравнительно мелких, водных источников бассейны которых расположены в южной части Аму-дарьинского района.

Эти южные бассейны имеют водосборную площадь по своей величине не уступающую водосборной площади Аму-дарьи, но их суммарные водные запасы составляют для среднего года всего около 620 м. куб. саж., что равняется 20 куб. саж. в секунду постоянного тока, т.-е. всего около 10% от водных запасов Аму-дарьи.

Незначительность водных запасов в южных водосборных бассейнах Аму-дарьинского района, сравнительно с Аму-дарьей, об'ясняется отсутствием там ледников, как источников питания, и наличием условий неблагоприятных для образования поверхностных вод и их стока. В южных бассейнах источником водных запасов являются исключительно осадки, которые выпадают нерегулярно и в небольших количествах, как везде в Туркестане. Наибольшее количество осадков выпадает в бассейне Гюргена, в среднем около 400 м.м. в год, а наименьшее в бассейнах рек Афганскаго Туркестана, в среднем

около 250 м.м. [1]). Осадки выпадают преимущественно зимой в виде снега и, главным образом, на повышенных местах. С наступлением теплой погоды, в марте и апреле, снега начинают быстро таять и талые воды заполняют русла рек. Наступает непродолжительное половодье и в конце мая или в июне расходы в реках резко уменьшаются. На Мургабе, Гери-руде и Балхе, истоки которых находятся в высоких горах, паводок держится более продолжительное время. На Атреке летом наблюдаются внезапные паводки небольшой продолжительности и мощности.

На реках южного водосборного бассейна произведено небольшое число непосредственных измерений расходов. За исключением Мургаба, водные запасы которого изучены, о водных запасах других рек или вовсе не имеется никаких данных, как например, о реках Афганского Туркестана, или имеются очень неполные данные, недостаточные для суждения о средней и нормальной водоносности источника.

Указанные в нижеследующей таблице водные запасы источников южного водосборного бассейна исчислены по имеющимся данным о величине площадей стока, по средним осадкам и по коэффициентам стока. Площади определены планиметром, по имеющимся русским и английским картам. Количество средних осадков взято из климатологического атласа России. Коэффициенты стока согласованы с имеющимися по этому вопросу опытными данными, основанными на наблюдениях над стоком в бассейне Мургаба, Теджена и других рек, и установлены в соответствии с количеством осадков, выпадающих над площадью стока и строением поверхности. Численные значения коэффициента стока колеблются в пределах от 6% до 16%. Эти значения, между прочим, вполне согласуются с многочисленными наблюдениями, произведенными в западных штатах Северной Америки, где наблюдаются тождественные с Туркестаном условия стока, как в отношении строения поверхности, так и малого количества осадков и высокой испаряемости.

Водные запасы, исчисленные по коэффициентам стока, нельзя считать окончательными, но не подлежит, однако, сомнению, что они ближе соответствуют средним запасам,

---

[1]) По данным климатологического атласа России.

чем основанные на непосредственных наблюдениях за непродолжительный период времени.

Таблица 48. Водные запасы в южном водосборном бассейне Аму-дарьинского района, для среднего года.

Название источника.	Площадь водосборн. бассейна в кв. верст.	Осадки. Саж.	Осадки. М.м.	Коэффициент стока в %	Средн. годовой запас в куб. саж.	Примечание.
1. Атрек.....	14.496	0,140	300	8	42.000.000	Водные запасы частью расходуются на орошение, частью стекают в Каспийское море.
Сумбар	7.353	0,140	300	8	20.000.000	
2. Ключи и малые речки на склонах Капет-дага.	13.235	0,117	250	10	38.000.000	Разбираются на орошение полностью.
3. Теджен:						
Гери-руд ...	29.600	0,164	350	16	195.000.000	Большая часть водного запаса расходуется в Афганист.
Джам-руд и Кешаф-руд	20.044	0,117	250	6	35.000.000	Разбир. на орош. в Персии.
4. Мургаб.....	42.630	0,140	300	12	180.000.000	Около 20% расходуется в Афганист. а остаток поступает в Туркестан.
5. Андхой ...	10.591	0,117	250	6	18.000.000	Водные запасы среднего года разбираются полностью на орошение в пределах Афганистана.
6. Сары-Пуль.	7.847	0,117	250	6	13.000.000	
7. Балх.	16.514	0,140	300	10	58.000.000	
8. Хулум	7.852	0,117	250	9	21.000.000	
Всего...	170.191	—	—	—	620.000.000	

Водные запасы рек, поименованных в таблице, подвержены значительным колебаниям. Так, на Мургабе годовой запас в маловодные годы не превышает 74 милл. куб. саж., а в многолюдные годы достигает 280 миллионов куб. саж. [1]). На малых реках следует ожидать еще более значительных колебаний. Особенно значительны колебания водных запасов Атрека, в которых, кроме обычного весеннего паводка, имеют

[1]) С. Максимов: Общий отчет изысканий на р. Мургабе СПБ., 1914 г., стр. 59

место также нерегулярные паводки летние и осенние. Можно предполагать, что в исключительно многоводные годы на малых реках, из числа указанных в таблице, водные запасы наблюдаются раза в 1,5 – 2 больше, а в маловодные годы во столько же раз меньше, по сравнению с приведенными в таблице средними данными.

Распределение водных запасов южных бассейнов между Туркестаном, Персией и Афганистаном.

Из общего количества водных запасов южных водосборных бассейнов, Аму-дарьинского района, определяемого для среднего года в 620 миллионов куб. саж., в пределы Туркестана[1]) поступает, в среднем, около 300 миллионов куб. саж., главным образом из Мургаба, Теджена, Атрека и разных мелких рек и ключей. Все эти воды, т.-е. 620 миллион. куб. саж., за исключением, примерно, 20 миллион. куб. саж., составляющих средний годовой запас притоков Атрека—Сумбара и Чандыра,—образуются, однако, вне Туркестана.

Главные реки южного водосбора — Теджен (Гери-руд) и Мургаб—имеют свои источники в пределах Афганистана.

Гери-руд разбирается почти полностью, на 70—80% на орошение в Афганистане и в пределы Туркестана из этой реки поступает лишь зимний расход и часть расхода летнего паводка, т.-е. такие воды, которые затруднительно использовать в хозяйственных целях.

Водные запасы Мургаба в настоящее время в большей своей части стекают в пределы Туркестана. В Афганистане воды Мургаба находят незначительное применение, главным образом потому, что в афганской части долины Мургаба имеется мало земель, пригодных для орошения, и те не обрабатываются.

На основании имеющихся в настоящее время данных можно, казалось бы, утверждать, что водам Мургаба не грозит опасность изъятия в пределах афганских владений, и поэтому, казалось бы, нет оснований опасаться за будущее богатого Мервского оазиса, самого важного культурного центра Закаспийской области. Но, необходимо отметить, что изучение долины Мургаба и его многих мелких притоков в пределах Афганистана далеко не закончено и что не исключается воз-

[1]) Исключительно в пределы Туркменской С. С. Р.

можность наличия в этих долинах нескольких десятков тысяч десятин земли, пригодной для орошения; с устройством на этих землях орошения, водные запасы Мургаба могут сократиться настолько, что оросительное хозяйство в Мервском оазисе потерпит значительный ущерб.

Реки северного Афганистана—Балх, Хулум и другие—не дают стока в пределы Туркестана, за редкими исключениями, когда в многоводный год воды Балха и Андхоя доходят до Келифского Узбоя и по Узбою стекают в Каракумскую пустыню и иногда, по словам старожилов, доходят до Закаспийской жел. дороги.

Из персидских рек Кешаф-руд и Джам-руд находятся всецело в пределах владений Персии. Что касается Атрека, то его водные запасы в большей части, около 42 миллионов куб. саж., образуются на персидской территории и только около 20 миллионов куб. саж. в Туркестане.

В настоящее время значительная часть водных запасов Атрека, около 80%, стекает в пределы Туркестана, где, однако, эти воды не находят полного хозяйственного применения. Воды Атрека возможно целесообразно использовать в низовьях реки, где по обоим берегам располагаются обширные пространства пригодных для орошения земель. Правобережные земли принадлежат Туркменской С. С. Р., а левобережные Персии. Но не исключается возможность использования водных запасов Атрека в пределах его верхней долины, расположенной на всем своем протяжении в пределах персидских владений.

В следующей ниже таблице помещены сведения о распределении водосборных площадей и водных запасов между Туркестаном, Афганистаном и Персией, из рассмотрения которой нельзя не сделать заключения о чрезвычайно неблагоприятном положении государственной границы СССР.

Из сопоставления данных о расположении пригодных для орошения земель с данными о распределении водных запасов выясняется, что большая часть свободных земель в районе источников южного водосбора находится в пределах Туркестана, а именно около 3,0 миллионов десятин или более 90%; что касается вопроса об обеспечении этих земель водой, то оказывается, что в пределах Туркестана образуется всего 3% от общего количества водных запасов.

Таблица 49. Южный водосборный бассейн.

Владения.	Название источника.	Площадь в кв. в.	Водные запасы.
Туркменской С.С.Р. .	Сумбар.	7.353	20.000.000
Всего . . .		7.353	20.000.000
Персии.			
	Атрек.	14.496	42.000.000
	Теджен:		
	Джам-руд . . . }	20.044	35.000.000
	Кешаф-руд . . }		
	Склоны Копет-дага	13.235	38.000.000
Афганистана.			
	Теджен:		
	Гери-руд	29.600	195.000.000
	Мургаб	42.629	180.000.000
	Андхой.	10.591	18.000.000
	Сары-Пуль	7.847	13.000.000
	Балх.	16.514	58.000.000
	Хулум	7.882	21.000.000
Всего . .		162.838	600.000.000
Итого . .		170.191	620.000.000

Свободные воды южного водосбора. Водные запасы южного водосбора в главной своей части разбираются на орошение. Вегетационные расходы идут на орошение полностью, за исключением расходов в Атреке часть которых, по некоторым сведениям более 50%, стекает в Каспийское море.

Зимние расходы большинства водных источников в южных бассейнах теряются бесполезно в болотах и озерах, обычно встречающихся по низовьям рек. В этом отношении исключением является Мургаб, на котором имеется пять водохранилищ, имеющих в настоящее время общую емкость, менее 10 миллионов куб. саж. (начальная емкость их до заиления была около 20 миллионов куб. саж.). В древние времена суще-

ствовали водохранилища и на других реках. Следы большой плотины сохранились на Гюргене; также, повидимому, были плотины на Атреке и Хулуме. В настоящее время зимние воды сберегаются в очень незначительном количестве, равном емкости мургабских водохранилищ. Общее количество зимних вод в южном водосборном бассейне предположительно определяется в 20—25% от годового запаса, т.-е., примерно в 150 миллионов куб. саженей.

Эти воды являются свободными остатками и их можно было бы использовать для орошения, но для этого необходимо устроить водохранилища.

Из общего количества водных запасов вегетационного периода, свободных остатков имеется не более 50 миллионов куб. саж., главным образом на Атреке. Таким образом, в южных водосборных бассейнах имеется около 200 миллионов куб. саж. свободной воды или около 30% среднего годового запаса.

2. Запасы подземных вод.

Значение подземных вод в оросительном хозяйстве.

В оросительном хозяйстве южного бассейна Аму-дарьинского района большое значение имеют подземные воды. В долинах Кешаф-руда, Джам-руда, Гери-руда, притоков Мургаба, в прикопетдагских степях и в других местах, имеются сотни, так-называемых, кяризов—подземных водосборных и водопроводных галлерей, с помощью которых население добывает и выводит на земную поверхность значительные количества грунтовых вод.

Кяризная система орошения возникла в отдаленные времена и еще во II веке до Р. Х. Поливий писал о существовании в Средней Азии этой системы орошения [1]).

Сколь велико распространение кяризов, можно видеть из того, что в одном асхабадском уезде имеется около 150 кяризов, из которых некоторые имеют в длину до 10 верст; в Афганистане известны кяризы, длиною до 50 верст. Асхабадские кяризы в настоящее время в большей своей части не действуют по причинам, не опровергающим однако, целесообразности сооружений этого рода.

---

[1]) В. Бартольд. К истории орошения Туркестана. Спб., 1913 г., стр. 7.

Хорошие кяризы дают до 100.000 куб. саж. воды в год. Известны кяризы с расходами до 1 миллиона куб. саж. в год; так Х. Вильсон [1]) указывает на один кяриз на юге Афганистана, который давал 9 куб. фут. в сек. непрерывно в течение 40 лет. Большая часть кяризов имеет значительно меньшие расходы; повидимому, средний расход кяриза для асхабадского района можно считать равным 10.000 куб. саж. в год, а общий годовой расход всех кяризов в пределах Аму-дарьинского района можно, предположительно, определить в 5 миллионов куб. саж.

Добываемое с помощью кяризов количество воды сравнительно мало, но значение кяризных вод в оросительном хозяйстве весьма велико, в виду высокой ценности этой воды, добываемой в таких местах, где без нее существование оседлого хозяйства оказывается невозможным.

Полезные запасы подземных вод в южном бассейне.

Запасы грунтовых вод в южном бассейне весьма значительны и могут быть примерно определены на основании следующих данных.

По данным инж. Л. Цимбаленко [2]) в асхабадском районе, который можно считать типичным для всего бассейна, водосборная площадь в 0,1 кв. вер. при годовых осадках, равных в сумме 350 м.м., или 0,164 саж. дает 500 куб. саж. полезного подземного стока. На основании этих данных (относящихся к местности, расположенной на высоте 4.500 фут.) коэффициент полезного, подземного стока по отношению к общей сумме осадков, равняется 8%.

Если предположить, что условия образования грунтовых вод в других частях южного бассейна соответствуют только что описанным, то общее количество подземных вод, доступных для использования, из числа ежегодно образующихся, надо считать равным 500 миллионов куб. саж. Не подлежит, таким образом, сомнению, что полезные запасы подземных вод во много раз превышают исчисленный выше суммарный расход кяризов и, поэтому, кяризное орошение, а также совсем неизвестное в Туркестане, орошение искусственно каптированными водами, имеют в южной части Аму-дарьинского района благоприятные условия для развития.

---

[1]) H. Wilson. Irrigation in India. Washington, 1903, p. 220.

[2]) Л. Цимбаленко. Кяризы Закаспийской области. Спб., 1896 г., стр. 57

Подземные воды находят в ирригационном хозяйстве большое применение. Из практики Индии, Северной Африки и Соединенных Штатов можно указать много примеров базирования крупного оросительного хозяйства на одних подземных водах.

Как пример обстоятельного изучения и использования запасов подземных вод можно привести долину Сан-Джокин (San Joaquin) в Калифорнии, расположенную в условиях, схожих с условиями в южном бассейне Аму-дарьинского района. Долина Сан-Джокин имеет водосборную площадь, равную 93.000 кв. верст. Осадков выпадает, в среднем за год, около 500 м.м. или 0,24 саж. Средний запас поверхностных вод, по непосредственным определениям, равняется 1.500 миллионам куб. саж., что соответствует коэффициенту стока в 27%. Полезный запас подземных вод, т.-е. вод, доступных для хозяйственного использования, определяется в 275 миллионов куб. саж. в год, или 5% от запаса выпадающих осадков [1]).

Если положить в основу расчетов это последнее значение коэффициента стока и считать, что полезные запасы составляют 5% от общего количества осадков, то количество полезных подземных вод в южных водосборных бассейнах Аму-дарьинского района определяется в 300 миллионов куб. саж., т.-е. выражается меньшей цифрой, чем по расчетам, указанным выше. В долине Сан-Джокин подземные воды находятся под небольшим напором, вследствие чего в некоторой части долины наблюдается самоизливание воды из буровых колодцев. В этом отношении долина Сан-Джокин выгодно отличается от долин южного бассейна Аму-дарьинского района. Но, с другой стороны, наблюдающееся в южном бассейне распыление подземных водных запасов по многочисленным мелким тальвегам и депрессиям значительно облегчает, в техническом отношении, возможность наиболее полного использования этих запасов, так как при таком распределении открывается широкая возможность для применения местных, туземных способов добычи воды с помощью кяризов.

Вопрос о количестве полезных запасов подземных вод нуждается в обстоятельных исследованиях прежде, чем можно будет окончательно установить это количество; повидимому,

---

[1]) W. Mendenhall. Groundwaters of Joaquin Valley in California, Washington. 1908, p. p. 18, 28.

можно с достаточной осторожностью предположить, что реальные полезные запасы подземных вод в южном бассейне амударьинского района составляют, во всяком случае, не менее 100 миллионов куб. саж. в год.

При исследовании вопроса о запасах подземных вод нельзя обойти молчанием вопроса о судьбе фильтрационных вод Аму-дарьи.

Выше, в главе X, было отмечено, что в Аму-дарье на участке между Керками и Нукусом теряется на фильтрацию около 475 миллионов куб. саж. в год. В оросительной сети в пойме и дельте Аму-дарьи потери на фильтрацию составляют около 270 миллионов куб. саж. Кроме того, не менее 30% сбросных вод, т.-е. около 150 миллионов куб. саж., в конечном итоге также теряется на фильтрацию. Далее, выпадающие в пределах водосборной части бассейна Аму-дарьи и южного водосбора осадки также дают некоторый подземный сток. Если считать коэффициент подземного стока, в среднем, равным 10%, то средний годовой дебет подземных вод от осадков определяется в 800 миллионов куб. саж. Таким образом, в долине Аму-дарьи и ее притоков ежегодно поступает в подпочву около 1,5 миллиарда куб. саж. воды. Кроме того, не исключается возможность образования некоторых количеств вод путем конденсации в почве водяных паров из воздуха.

Судьба этого огромного запаса подземных вод неизвестна. Некоторая часть этих вод теряется на испарение и расходуется на питание колодцев и ключей в пустыне Кара-кум, в Сары-камышской котловине и в других пониженных местах, но главная масса находит, повидимому, сток в Каспийское море.

В 80—90-х годах прошлого столетия было сделано несколько попыток отыскать в долине Аму-дарьи артезианские воды. Бурение производилось в Узун-ада, Молла-кара (глубина скважины 304 фута), Душаке (615 фут.) и Асхабаде (313 фут.) [1]. Результаты бурения оказались неблагоприятными. Однако, принимая во внимание, что упомянутые буровые скважины, особенно из числа глубоких, заложены в стороне от осевых линий главных тальвегов Кара-кумской пустыни, а также, что ни в одной скважине бурение не было доведено до встречи с коренными породами, полученные

[1]) В. Соколов, Артезианское водоснабжение некоторых станций Средне-Азиатской жел. дор. Москва, 1904. Стр. 12 и далее.

результаты этих разведок нельзя считать окончательными и предположение, что огромное количество фильтрационных вод, поступающих в недра Кара-кумской пустыни, оказывается безвозвратно утерянным, представляется мало вероятным.

Оп.-Исслед. Институт
БИБЛИОТЕКА
Водн. Хозяйства

3. Заключение.

Общее количество водных запасов в Аму-дарьинском районе.

Итак, на основании вышеизложенных исчислений можно сделать следующие заключения по вопросу о количестве и состоянии водных запасов Аму-дарьинского района.

Средний годовой запас Аму-дарьи в Керках для многоводного периода равен 6.250 миллионам, для маловодного 5.400 миллионам куб. саж., в среднем около 5.800 миллионов куб. саж.

Кроме того, выше Керков ежегодно расходуется в притоках Аму-дарьи на орошение 175.000 дес. не менее 200 миллионов куб. саж.—количество, не принятое в расчет при определении запасов вод Аму-дарьи в сечении у Керков. Таким образом, полный водный запас бассейна Аму-дарьи для среднего года надо считать равным 6.000 миллионам куб. саж., а для маловодного—в 5.600 миллионов куб саж.

Свободные воды Аму-дарьи составляют те остатки, которые проходят в сечении у Нукуса. Для среднего года запасы у Нукуса исчисляются в 4.350 миллионов куб. саж, а средний запас за маловодный период определяется в 4.040 миллионов куб. саж. Таким образом, в бассейне Аму-дарьи имеется свободных водных запасов около 73%.

В южных водосборных бассейнах, т.-е. в Афганском Туркестане—в бассейнах Теджена, Мургаба, Атрека и разных мелких речек—имеется, в среднем за год, 620 миллионов куб. саж. поверхностных вод и не меньше, а, вероятно, значительно больше 100 миллионов куб. саж. подземных вод, доступных для использования; всего имеется, следовательно, 720 миллионов куб. саж., что по сравнении с водными запасами бассейна Аму-дарьи составляет 12%. Из этого количества свободными водами можно считать 200 миллионов куб. саж., поверхностных и 100 миллионов подземных, а всего не менее 300 миллионов куб. саж.

Во всем Аму-дарьинском районе средний годовой запас исчисляется, таким образом, в 6.920 миллионов куб. саж., а

для маловодного периода в 6.520 миллионов куб. саж., в том числе свободных вод имеется 4.650 миллионов куб. саж. для среднего года и 4.340 миллионов куб. саж. для среднего года в маловодный период; по отношению к общему запасу, запас свободных вод составляет около 67%.

Ценность водных запасов. Вышеизложенными данными было установлено, что количество водных запасов на территории Аму-дарьинского района исчисляется для среднего года в размере 6.920 миллионов куб. саж.

Естественно возникает вопрос, как велика ценность этих запасов.

Вода, орошая пустынные земли, лишенные хозяйственного значения, превращает их в доходные угодья. Пустынные земли не имеют ценности. Ценность орошаемой земли определяется ее рентой, при чем последняя слагается из двух слагаемых: ренты водной и земельной. Установление точных средних значений ренты является задачей сложной и трудно разрешимой.

Водная рента во много раз больше земельной. Она увеличивает, теоретически, в бесконечное число раз ценность земель, влияние же факторов, обусловливающих земельную ренту, как-то: качество земли, климат, элементы экономические и др.[1]), сказывается на изменении ценности земли всего в 2—4 раза. Поэтому, на орошаемых землях водная рента практически поглощает ренту земельную.

В английской ирригационной практике делается обычно допущение в том, что величина всей ренты считается равной 10% от валовой доходности орошаемых земель, а ценность воды равняется 14-кратной ренте. Средняя валовая доходность одной поливной десятины на Аму-дарье составляет 200 руб. и расход воды, с потерями, на орошение одной десятины—1.200 куб. саж. При этих данных ценность всех водных запасов Аму-дарьинского района исчисляется суммой около 1,6 миллиарда рублей золотом, в том числе, в пределах Туркестана имеется водных запасов общей ценностью в 1,3 миллиард руб., из них свободных запасов на 1,0 миллиарда.

---

[1]) В Туркестане орошаемые земли расценивались от 500 до 2.000 руб. за десятину.

ГЛАВА XIII.

Прогноз расходов воды в Аму-дарье.

1. Задачи и методы прогноза расходов воды в Аму-дарье.

Задачи прогноза. Возможность предвидения расходов воды в реке, являющейся источником орошения, имеет очень большое практическое значение в ирригационном хозяйстве—не меньшее, чем в сельском хозяйстве имеет знание предстоящей погоды. В этом направлении за границей проделана большая работа и, в частности, для Нила задачу можно считать почти разрешенной.

В бассейне Аму-дарьи прогноз расходов имеет наибольшее практическое значение для ирригационного хозяйства в низовьях реки. Причины этому следующие. Во-первых, в низовьях Аму-дарьи находятся наиболее значительные массивы орошаемых земель и, кроме того, там же открываются чрезвычайно благоприятные возможности по расширению площади орошения. Во-вторых, в низовьях реки, в ее дельте, уклоны оросительных каналов и поверхности орошаемых земель очень малы, вследствие чего в этом районе успех орошения зависит, более чем в других районах бассейна Аму-дарьи, от своевременного наступления и достаточно высокого паводка. С другой стороны, очень высокие паводки угрожают целости дамб, возведенных для защиты культурных земель от наводнения на большом протяжении нижнего участка реки.

Таким образом, практически задачи по прогнозу расходов воды в Аму-дарье состоят в том, чтобы своевременно предупредить земледельцев о предстоящей высоте стояния

горизонтов воды в реке в наиболее критические для сельского хозяйства моменты времени, а также о времени наступления и о предельной высоте главного паводка, который при сильном своем развитии может явиться угрозой самому существованию хозяйства в земледельческих районах.

Способы предсказания. Предсказание расходов воды в Аму-дарье может быть сделано на основании зависимости между расходами и горизонтами в месте, для которого делается предсказание, и расходами и горизонтами в верховьях реки; последние наступают раньше первых и по телеграфу сообщаются по постам, расположенным ниже по течению реки.

Другой способ предсказания основывается на зависимости между расходами и некоторыми метеорологическими факторами, приведенными в известность наблюдениями, предшествующими предсказаниям.

2. Предсказания, основанные на зависимости между расходами в верховьях и низовьях Аму-дарьи.

Время прохождения водами в Аму-дарье пути между верховьями реки и дельтой. На прилагаемых к настоящему отчету графиках расходов и горизонтов воды в Аму-дарье на станциях в Керках и Нукусе, из которых первая расположена на 752 версты выше второй, наглядно выявляется зависимость между этими гидравлическими элементами.

Каждому пиковому [1]) расходу и высокому горизонту в Керках, соответствует высокий расход и горизонт в Нукусе. Такая же зависимость устанавливается и для низких горизонтов и расходов между пиками. Исключения наблюдаются лишь зимой, когда в низовьях реки иногда происходит повышение горизонтов вследствие ледяных зажоров.

Между расходами на станциях в Нукусе и Керках существует следующая зависимость. Пиковые расходы, во время вегетационного периода, наступают в Нукусе через 5 — 8, в среднем через 5,8 дней, после своего прохождения в Керках.

---

[1]) Пиками названы внезапные и непродолжительные увеличения и уменьшения расходов и повышения и понижения горизонтов.

Пиковым расходом называется расход, соответствующий ординате вершины пика, а пиковой частью расхода—расход, соответствующий разнице ординат вершины и начала пика.

Наименьшие расходы, между двумя смежными, пиками проходят этот путь тоже в 5—8 дней, в среднем в 6,1 дней.

Таким образом, устанавливается, что на прохождение пути между Керками и Нукусом пиковыми и между-пиковыми расходами требуется около 6 суток времени и по телеграфному оповещению из Керков с указанием наблюдавшейся там высоты стояния горизонта и расхода воды представляется возможным в Нукусе предвидеть наступление высоких или низких вод за этот срок вперед.

Между горизонтами и расходами воды в Аму-дарье на постах в Нукусе и в Термезе, расположенном на 206 верст выше Керков, также существует определенная зависимость, при чем, по уведомлениям из Термеза, представляется возможным предвидеть режим реки в Нукусе за 8 суток вперед.

Выше Термеза в настоящее время телеграфной линии не имеется. С проведением телеграфной линии вверх по течению Аму-дарьи и ее притокам—Вахшу, до впадения Оби-Хингау, и Пянджу, до Кала-и-Вамар,—представится возможным предвидеть режим реки у Нукуса за 12—14 суток вперед.

Зависимость между горизонтами и расходами воды в верхнем и нижнем течении реки.

В нижеследующей таблице приведены численные значения средних разниц между расходами в Керках и Нукусе для начальных и наивысших точек соответствующих пиков.

Таблица 50. Зависимость между средними пиковыми расходами в Керках и Нукусе[1]).

Год.	B	B—A	B_1-A_1	$(B-A)-(B_1-A_1)$	% (B—A)	$B-B_1$	% B
1913	589	207	146	61	30	194	33
1914	475	313	196	117	37	125	26
1915	465	186	104	82	44	159	34
1916	459	239	149	90	38	125	27
1917	296	128	77	51	39	130	44

[1]) Услови. обозначения:
A— расход в куб. саж. в 1 сек., соответствующий началу пика,
B—вершине.
Расходы в Керках обозначены через A и B, а в Нукусе—через A_1 и B_1.

К численным значениям этих разниц следует относиться с некоторой осторожностью по той причине, что расходы, определенные по обычному способу Стаута, при крайних стояниях горизонта, соответствующих наименьшему и наибольшему расходу пика, отличаются наименьшей точностью по сравнению с расходами, определенными при всяких иных стояниях горизонтов.

Из сравнения приводимых данных усматривается, что пиковые расходы в Нукусе значительно слабее, чем в Керках, в среднем, на 26 — 44%. Если сравнивать не полные значения расходов, а лишь их пиковые части, то оказывается возможным установить более близкую и точную зависимость между расходами. Так, пиковые части, паводковых расходов в Нукусе, $(B_1 - A_1)_1$ меньше соответствующих им пиковых частей расходов в Керках, (B—A) в среднем, на 30—44%. Расхождения, по отношению к полному расходу составляет, в среднем, менее 20%, Исключением являются лишь тонкие пики при малых и средних запасах воды в реке во время вегетационного периода, которые иногда разбираются в пути без остатка и до Нукуса не доходят. Таким образом, предсказание расходов воды в Амударье у Нукуса по расходам в Керках осуществляется с точностью, достаточной для всех практических надобностей.

Зависимость между горизонтами воды при прохождении пиковых и между-пиковых расходов устанавливается также с достаточной точностью. При сравнении соответствующих пиков на графиках горизонтов воды у Керков и Нукуса выясняется, что высота пиковой части в Нукусе, в среднем в 2 раза, или на 100%, выше соответствующего пика в Керках. Исчисленная на основании такой зависимости высота стояния горизонта в Нукусе отличается от истинной, в среднем, на $\pm 0{,}05$ саж. Исключание составляют очень высокие пики при высоком стоянии горизонта в реке, а также пики при очень низких стояниях горизонта во время большого спроса на воду для орошения.

Так, в июне 1914 г., при прохождении главного летнего паводка, самого большого из числа известных, горизонт в Керках поднялся с отметки 124,51 саж. над уровнем Каспийского моря до 124,82 саж. или на 0,31 саж., а соответствующее этому повышению горизонта поднятие уровня в реке у

Нукуса составляло 0,72 саж. т.-е. примерно на 130% больше. Наоборот, при низких горизонтах и слабых паводках наблюдается обратное явление и пиковые горизонты в Нукусе оказываются меньшими, чем в Керках; так, при прохождении в конце апреля 1917 года первого весеннего паводка, при крайне малом запасе воды в реке [1]), горизонт воды в Аму-дарье у Керков поднялся на 0,37 саж., а в Нукусе лишь на 0,20 с., что соответствует 54% от повышениях в Керках.

Для обычно наблюдаемых случаев, по данным горизонтам воды в Керках оказывается возможным определить горизонты у Нукуса с достаточной для практических целей точностью.

3. Предсказание расходов воды в Аму-дарье на основании метеорологических наблюдений.

Недостатки краткосрочных предсказаний по телеграфу.

Предсказание расходов и горизонтов воды в нижнем течении Аму-дарьи, т.-е. в главном районе потребления воды на орошение, на основании установленной зависимости между этими элементами и соответствующими им значениями в верховьях реки, имеет тем большее практическое значение, чем продолжительнее время прохождения соответствующих расходов от места своего образования в верховьях реки до места потребления. Наличие телеграфной линии между верховьями и низовьями реки представляется очевидной необходимостью для осуществления своевременного предупреждения.

Предвидение режима реки за такой, относительно непродолжительный, срок времени, как указанные выше 8 дней хотя и имеет важное практическое значение в воднохозяйственном отношении, так-как открывает возможность рационального использования для орошения части паводковых вод, но для земледельческого хозяйства оказывается мало существенным, вследствие своей кратковременности. В земледельческом хозяйстве имеются потребности в прогнозе режима реки на более продолжительный срок времени.

Наиболее важной задачей прогноза является установление ранней весной, до начала посевов, предстоящего режима

---

[1]) В апреле месяце 1917 г. горизонты воды в Аму-дарье у Керков стояли на отметках около 124,10 саж. над уровнем Каспийского моря, средние же горизонты воды бывают в это время обычно на 0,30 – 0,40 саж. выше.

реки на первые весенние месяцы — апрель и май. Урожайность хлопка и люцерны зависит, главным образом, от количества воды в реке в начале вегетационного периода. Особенное значение имеет весенний режим реки в земледельческих районах, расположенных в нижнем течении Аму-дарьи, в виду наблюдающейся там меньшей продолжительности вегетационного периода и меньших возможностей, поэтому, задерживать поливы.

Общие замечания. Прогноз режима воды в Аму-дарье на более продолжительный период времени оказывается возможным, в виду имеющейся зависимости между водным режимом и метеорологическими элементами, наблюдавшимися в районе образования водных запасов за период времени, предшествующий срокам прогноза.

Выше было отмечено, что водные запасы Аму-дарьи слагаются из поверхностного стока и ледниковых вод.

Осадки, выпавшие в водосборном бассейне Аму-дарьи и ее притоков зимой и весной, и термические условия за этот же период времени определяют запасы поверхностного стока и режим реки в начале вегетационного периода. Летние расходы реки зависят от метеорологических условий, влияющих на образование и таяние ледников, расположенных в верховьях Аму-дарьи и ее притоков и являющихся главными источниками питания Аму-дарьи.

За недостатком места, не представляется возможным привести подробного исследования вопроса о прогнозе на основании суточных значений элементов гидрометрических наблюдений, так как обширное количество материалов, необходимых для такого исследования, и большое число и сложность выводов совершенно не укладываются в пределы одной главы настоящего отчета.

В основу дальнейшего изложения положены поэтому не средние суточные, а средние месячные значения элементов, составляющих предмет изучения. Следует, однако, отметить, что в результате окончательные заключения остаются без изменения.

Главнейшие задачи прогноза водных запасов Аму-дарьи состоят в том, чтобы своевременно, как уже было отмечено выше, не позднее конца марта или первой половины апреля,

установить характер и время наступления первых паводков, а также заблаговременно предвидеть время наступления и мощность главного паводка летом.

Точное разрешение поставленных задач по прогнозу, в отношении весенних расходов воды оказывается крайне трудным и сложным.

Весенние расходы воды в Аму-дарье зависят от разных причин—от количества осадков, выпавших зимой, преимущественно в виде снега, и от условий, влияющих на сохранение этих осадков до весны. Так, если зима была холодная и осадков выпало большое количество, то к весне сохраняются значительные запасы снега и весенние расходы воды в реке можно ожидать высокими; наоборот, малое количество осадков при теплой погоде в течение зимы предвещает малые весенние расходы. Эти крайние случаи, как будет показано в дальнейшем, устанавливаются с безусловной определенностью. Но для целого ряда промежуточных случаев, когда количество выпавших осадков и термические условия в течение зимы мало отличаются от средних, характер стока определяется состоянием погоды в период времени непосредственно предшествующий наступлению паводков и успех прогноза расходов воды в Аму-дарье для таких случаев всецело зависит от возможности правильного предсказания погоды. Наиболее важные, в практическом отношении, случаи крайних — малых и больших — расходов воды в начале вегетационного периода оказываются известными заблаговременно.

Основные материалы по прогнозу. Имеющиеся метеорологические материалы относятся к наблюдениям на станциях, расположенных в местах мало типичных для водосборной части бассейна Аму-дарьи и ее притоков. Как уже было указано выше метеорологические станции имелись в Керках, Термезе, Хороге и на Посту Памирском. В других местах, в пределах водосборной части бассейна Аму-дарьи, метеорологических наблюдений не производилось. Из числа перечисленных метеорологических станций, станция на Посту Памирском находится в районе исключительно холодном и маловодном и между наблюдениями здесь и весенними расходами воды в Аму-дарье зависимости не установлено. Наибольшее значение имеют наблюдения в Керках и Термезе; но и эти

наблюдения, как относящиеся к району совершенно бесснежному, непосредственных указаний о режиме поверхностного стока не дают.

Из сопоставления имеющихся гидрометрических и метеорологических данных выясняется, что весенние расходы воды в Аму дарье зависят, более чем от каких-либо других условий, от средних осадков и температур за предшествующие периоды времени на станциях в Керках и Термезе.

В нижеследующих таблицах приводятся средние месячные расходы воды в Аму-дарье у Керков и температуры воздуха и осадки в Керках и Термезе. В этих таблицах средние расходы исчислены за периоды времени по старому стилю, а метеорологические элементы—по новому стилю, вследствие чего средние значения температур и осадков опережают по времени на 13 дней значения средних расходов. Такой сдвиг фаз для установления зависимости летних расходов необходим потому, что между моментом образования водных запасов Аму-дарьи в ледниках, расположенных в верховьях ее притоков, и моментом прохождения этих вод у Керков протекает около 12—14 суток. Что касается сдвига фаз, который следует установить при сравнении весенних расходов со связанными с ними метеорологическими элементами, то продолжительность этого сдвига меньше. В среднем можно считать, что между моментом образования весенних вод и их прохождением в сечении Аму-дарьи у Керков протекает 4—6 суток. Таким образом, можно принять, с некоторым приближением, что установленные ниже зависимости между водоемкостью Аму-дарьи и соответствующими метеорологическими элементами для весенних периодов времени следует сдвинуть на 7—9 суток назад, считая по новому стилю.

Изложенная ниже зависимость средних мартовских расходов Аму-дарьи относится в действительности к средним расходам за период времени с 7—9 марта по 7—9 апреля по новому стилю.

Из этих данных усматривается, что наиболее значительные отклонения средних расходов воды, в наиболее важные в хозяйственном отношении периоды времени, наблюдаются в пределах + 32% (1915 г.) и — 44% (1917 г.), в апреле месяце, а в мае месяце + 28% (1913 г.) и — 35% (1917 г.).

Таблица 51. Соотношение между месячными расходами Аму-дарьи и средними расходами за 1910—1917 г.г. (у Керков).

МЕСЯЦ.	Средн. расход за 1910—17 г.г.		1910—11	1911—12	1912—13	1913—14	1914—15	1915—16	1916—17
	В куб саж. в сек.	В %%.	В % от средних за 1910—17 г.г.						
Октябрь	113	100	86	106	81	92	127	97	112
Ноябрь	90	100	99	102	74	100	133	92	92
Декабрь	76	100	92	112	91	106	122	84	93
Январь	72	100	94	110	100	101	121	93	80
Февраль	79	100	115	106	103	104	100	86	86
Март	104	100	81	106	93	122	143	90	68
Апрель	192	100	103	121	85	116	132	87	56
Май	338	100	98	85	128	109	122	93	65
Июнь	423	100	114	101	97	155	89	90	52
Июль	446	100	85	117	115	109	95	103	77
Август	339	100	103	83	77	108	115	110	107
Сентябрь	194	100	106	80	70	134	101	94	117
Год	206	100	98	100	97	119	110	96	79
Весенний период . .	322	100	101	99	99	123	106	97	77
Зимний период . . .	89	100	93	107	90	104	126	91	89

Имеющиеся данные по гидрометрическим и метеорологическим наблюдениям оказываются недостаточными для установления цифровой зависимости между ними. Эта недостаточность обусловливается как малой продолжительностью периода наблюдений, так и малочисленностью типовых случаев водно-климатических комбинаций. Для определения некоторых коррелят имеется лишь по одному условию. В виду этого, в нижеследующие расчеты, в дальнейшем, вводятся не численные значения исследуемых элементов, а их оценки по 5-балльной системе, именно, рассматриваются: большие, выше-средние, средние, ниже-средние и малые значения. Применяя

эту систему обозначения для классификации средних месячных расходов воды в Аму-дарье, получаются следующие данные:

Таблица 52. Диаграмма средних месячных расходов Аму-дарьи у Керков, по сравнению со средними расходами за период 1910—1917 г.г.

МЕСЯЦ.	1910—17	1910—11	1911—12	1912—13	1913—14	1914—15	1915—16	1916—17	Примечание.
Октябрь . .	0	—	+	=	—	++	0	+	
Ноябрь . . .	0	0	0	=	0	++	—	—	Условные обозначения:
Декабрь . .	0	—	+	—	+	++	=	—	
Январь . . .	0	—	+	0	0	++	—	=	большие расходы, больше 115%: ++;
Февраль . .	0	+	+	0	0	0	—	—	
Март	0	=	+	—	++	++	—	=	выше средн., 105—115%: +;
Апрель . . .	0	0	++	—	++	++	—	=	средн. 95—105%: 0;
Май	0	0	—	++	+	++	—	=	ниже средних, 85—95%: —;
Июнь . . .	0	++	0	0	++	0	—		
Июль . . .	0	—	++	+	+	0		=	малые расходы, ниже 85%: =.
Август . . .	0	0	=	=	+	++	+	+	
Сентябрь . .	0	+	=	=	++	0			

Для сравнения диаграмматических значений расходов с соответствующими им метеорологическими элементами следует исчислить аномалии этих последних, по отношению к их средним значениям за такой же период времени, 1910—1917 г.г.

Таблица 53. Аномалии средних месячных температур воздуха в Керках и Термезе за 1910—1917 г.г. в градусах Цельсия.

Месяц.	Средн. темпер. 1910—17	1910—11	1911—12	1912—13	1913—14	1914—15	1915—16	1916—17
Октябрь . .	+ 15,9	+ 0,3	— 2,2	+ 1,1	+ 1,1	+ 0,9	+ 0,5	— 1,6
Ноябрь . .	+ 9,3	— 0,4	— 1,6	— 0,4	+ 1,4	+ 2,7	+ 3,2	— 4,3
Декабрь . .	+ 4,8	— 5,3	— 0,7	+ 0,9	+ 3,5	— 1,3	+ 1,9	+ 0,8
Январь . .	+ 5,6	— 4,2	— 2,0	+ 0,8	+ 3,0	+ 0,3	+ 1,0	+ 2,0
Февраль . .	+ 6,6	+ 1,0	+ 3,0	— 2,9	— 0,9	— 1,1	— 2,6	+ 3,2
Март . . .	+ 11,8	— 1,3	— 0,3	— 2,7	— 0,1	+ 4,6	— 0,2	+ 0,3
Апрель .	+ 18,4	— 1,2	— 0,3	— 1,9	+ 1,1	+ 0,4	+ 1,3	+ 1,1
Май	+ 26,0	— 0,6	— 1,6	+ 0,8	— 1,2	+ 1,7	— 1,0	+ 1,7
Июнь . . .	+ 29,6	+ 1,1	0,0	— 0,5	+ 2,0	+ 0,7	— 2,6	
Июль . . .	+ 31,4	— 1,2	+ 0,4	+ 1,1	+ 0,2	— 0,8	— 0,1	
Август . .	+ 29,0	— 6,3	— 1,4	— 1,2	— 0,1	+ 1,3	+ 1,7	
Сентябрь .	+ 23,0	— 0,1	— 2,0	— 0,3	+ 0,9	+ 2,1	— 0,4	

Наблюдавшиеся в течение этого периода времени аномалии средних месячных температур и осадков, на метеорологических станциях в Керках и Термезе, приведены в таблицах 52 и 53;

Таблица 54. Аномалии средних месячных осадков в Керках и Термезе за 1910—1917 г.г. в миллиметрах.

Месяц.	Средн. осадки в м.м. 1910—17	1910—11	1911—12	1912—13	1913—14	1914—15	1915—16	1916—17
Октябрь .	8	— 8	+ 11	— 8	— 2	+ 20	— 8	— 6
Ноябрь . .	9	— 9	— 5	— 5	— 5	+ 41	— 9	— 8
Декабрь . .	14	+ 1	— 8	+ 17	+ 14	— 5	— 7	— 9
Январь . .	20	— 3	0	+ 17	0	— 18	+ 30	— 6
Февраль .	20	— 11	+ 5	+ 14	+ 15	+ 4	— 13	— 6
Март . .	35	+ 3	+ 15	— 34	+ 15	— 5	+ 15	— 22
Апрель . .	27	— 11	+ 24	— 14	0	+ 23	+ 22	— 27
Май	3	+ 3	+ 2	+ 4	— 1	— 1	+ 1	— 3
Июнь . .	0	0	0		+ 1	0	+ 1	
Июль . . .	0	0	0		0	0	0	
Август . .	0	0	0		0	0	0	
Сентябрь .	0	0	0		0	0	0	

Диаграмматическое изображение аномалий температур воздуха и осадков представляется в следующем виде:

Таблица 55. Диаграмма аномалий средних месячных температур в Керках и Термезе, по сравнению со средними значениями за период 1910—1917 г.г.

Месяц.	1910—17	1910—11	1911—12	1912—13	1913—14	1914—15	1915—16	1916—17	Примечание.
Октябрь .	0	0	=	+	+	+	0	—	Условные обозначения.
Ноябрь . .	0	0	—	0	+	++	+ +	=	
Декабрь .	0	=	—	+	++	—	+	+	Аномалии:
Январь . .	0	=	=	+	++	0	+	++	
Февраль .	0	+	++	=	—	—	=	++	больше + 2°: ++;
Март .	0	—	0	=	0	++	0	0	от + 0,7° до + 2°: +;
Апрель .	0	—	0	=	+	0	+	+	от + 0,7° до — 0,7°: 0;
Май . . .	0	0	—	+	—	+	—	+	от — 0,7° до — 2°: —;
Июнь . .	0	+	0	0	++	0	=		меньше — 2°: =.
Июль . .	0	—	0	+	0	—	0		
Август . .	0	0	—	—	0	+	+		
Сентябрь .	0	0	=	0	+	++	0		

Таблица 56. Диаграмма аномалий средних месячных осадков в Керках и Термезе, по сравнению со средними значениями за период времени 1910—1917 г.г.

МЕСЯЦ.	1910—17	1910—11	1911—12	1912—13	1913—14	1914—15	1915—16	1916—17	Примечание.
Октябрь ..	0	—	+	—	0	+ +	—	—	Условные обозначения: Аномалии:
Ноябрь....	0	—	0	0	0	+ +	—	—	
Декабрь...	0	0	—	+ +	+	0	—	—	больше + 15 мм: + +;
Январь....	0	0	0	+ +	0	=	+ +	—	
Февраль ..	0	—	0	+	+ +	0	—	—	от + 5 до + 15 мм: +;
Март.....	0	0	+ +	=	+ +	0	+ +	=	от + 5 до — 5 мм.: 0.;
Апрель....	0	—	+ +	—	0	+ +	+ +	=	от — 5 до — 15 мм : —;
Май.....	0	0	0	0	0	0	0	0	
Июнь	0	0	0	0	0	0	0	0	меньше — 15 м.м.: =.
Июль	0	0	0	0	0	0	0	0	
Август	0	0	0	0	0	0	0	0	
Оентябрь..	0	0	0	0	0	0	0	0	

Прогноз апрельских расходов Аму-дарьи.

В диаграммах аномалий следует, прежде всего, отметить тождественность мартовских и апрельских аномалий за рассмотренный период времени.

Температурные аномалии в апреле и марте совпадают в 3-х случаях, в 3-х случаях отличаются на 1 балл [1]) и в 1 случае—на 2 балла. Аномалии осадков совпадают в 3-х случаях, отличаются на 1 балл в 2 случаях и на 2 балла тоже в 2 случаях.

Аномалии расходов воды в марте и апреле месяцах совпадают в 5 случаях из 7, отличаются на 1 балл—в 1 случае и на 2 балла—тоже в 1 случае. В течение всего периода наблюдений, т.-е. с 1910 по 1917 г.г., аномалии средних расходов воды в Аму-дарье в марте и апреле месяцах ни разу не различались более, чем на 2 балла, каковой случай наблюдался всего один раз в 1911 г. и в отношении его не исклю-

[1]) По пяти-балльной системе.

чается возможности влияния ошибки наблюдений [1]). Таким образом, на основании непосредственных гидрометрических наблюдений, казалось бы, можно установить закон, что в Аму-дарье мартовская аномалия расходов воды переходит без изменения на апрель, т.-е. водоносность реки в марте и апреле месяцах наблюдается одинаковой. Если же аномалия апрельская отличается от мартовской, то не более, как на 1 положительную единицу (случай 1912 г. [2]). Наблюдавшееся за период времени с 1910 по 1917 г. совпадение мартовских и апрельских аномалий расходов в Аму-дарье следует считать, повидимому, явлением закономерным, а не случайным.

Дальнейшие наблюдения в этом направлении весьма желательны, так как в случае окончательного подтверждения подобной тождественности между аномалиями решение основной проблемы прогноза водных расходов в Аму-дарье упрощается до крайности.

Зависимость расходов от осадков и температур за предшествующие расходам периоды времени представляется в следующем виде.

Апрельские расходы воды в Аму-дарье зависят, повидимому, от количества зимних осадков, выпавших в течение декабря, января и февраля месяцев, от термических условий за этот же период времени и от мартовских осадков.

Влияние зимних температур состоит в том, что, при больших и выше-средних положительных аномалиях температуры воздуха, выпадающие осадки тают, частью поглощаются почвой и поверхностного стока весной не дают.

Часть зимних осадков, сохранившаяся до весны является главным фактором, обусловливающим величину весеннего паводка в Аму-дарье. Эта часть осадков в дальнейшем условно обозначается „зимним запасом стока".

---

[1]) По расчетам А. Тхоржевского (Материалы по гидрометрии рек бассейна Аму-дарьи. СПБ, 1916 г. табл. 2) мартовский расход 1911 г. определяется в 90 куб. с. в сек. или 94.%, а апрельский в 186 куб. саж., или 97% по сравнению со средними расходами за 1910—1917 г.г.

[2]) Тождественность апрельских и мартовских аномалий расходов воды в Аму-дарье не находит себе об'яснения в тождественности аномалий для метеорологических элементов в апреле и марте месяцах. Так, в Термезе, по наблюдениям с 1900 по 1917 гг. аномалии средних температур в марте и апреле месяцах совпадали в 7 случаях, отличались на 1 балл—в 2 случаях и на 2 балла—в 8 случаях. Аномалии средних осадков за апрель и март месяцы совпадали в 6 случаях, отличались на 1 балл—в 3 случаях, на 2 балла—в 6 случаях, на 3 балла—в 1 случае и на 4 балла то ке в 1 случае.

В нижеследующей диаграмме приводятся аномалии запаса стока в водосборном районе бассейна Аму-дарьи, исчисленные на основании выше изложенных допущений.

Таблица 57. Аномалии зимних запасов стока в водосборной части бассейна Аму-дарьи (по средним данным метеорологических наблюдений в Керках и Термезе).

Год.	Декабрь.		Январь.		Февраль.		Зимний запас стока.	Примечание.
	Осадки.	Температуры.	Осадки.	Температуры.	Осадки.	Температуры		
1910—11	0	=	(0)	+	—	—	0	Условные сбозначения. Аномалии осадков, температур и запасов стока по 5-балльной системе: + +, +, 0, —, =. Зимние запасы стока слагаются алгебраически из осадков, выпавших при низких температурах. Осадки, выпавшие при наличии высоких и вышесредних положительных аномалий температур, исключаются из расчета аномалии запаса стока. Баллы, взятые в скобки, исключены из расчета.
11—12	—	—	0	=	(0)	+ +	0	
12—13	(+ +)	+	(+ +)	+	+	=	+	
13—14	(+)	+ +	(0)	+ +	+ +	—	+ +	
14—15	0	—	=	0	0	—	+	
15—16	(+)	+	(+ +)	+	—	=	—	
16—17	(+)	+	(+)	+ +	—	+ +	=	

Апрельские расходы Аму-дарьи зависят от исчисленных выше зимних запасов поверхностного стока и от мартовских осадков. В нижеследующей таблице приводятся данные, устанавливающие эту зависимость.

Таблица 58. Апрельские аномалии расходов в Аму-дарье и их зависимость от аномалий запаса стока и мартовских осадков (по средним данным метеорологических наблюдений в Керках и Термезе.

Год.	Аномалии.			Примечание.
	Запасов стока.	Осадков в марте.	Расходов воды в апреле.	
1910—11	0	0	0	Условные обозначения те же.
11—12	0	+ +	+ +	
12—13	+	=	—	
13—14	+ +	+ +	+ +	
14—15	+	0	+ +	
15—16	—	+ +	—	
16—17	=	=	=	

Таким образом, на основании данных гидрометрических и метеорологических наблюдений за время 1910—1917 г.г., устанавливается следующая зависимость средних расходов Аму-дарьи в апреле месяце, от зимних запасов поверхностного стока и мартовских осадков, по наблюдениям в Керках и Термезе: (на основании табл. 58).

Средние расходы Аму-дарьи в апреле.	Зимние запасы поверх-ностного стока.	Осадки в марте.
Высокие	Большие	Большие
»	Средние	»
Выше-средние	Выше-средние	Средние
Средние	Средние	»
Ниже средние	Ниже-средние	Малые
»	»	Большие
Низкие.	Малые	Малые

Прогноз майских расходов. Майские расходы Аму дарьи представляется возможным установить заблаговременно по зависимости от апрельских расходов и осадков, выпавших в Керках, Термезе и Хороге, при чем основными факторами зависимости являются апрельские расходы и изменения в количестве осадков, выпавших в апреле, по сравнению с количеством осадков в марте. Иначе говоря, если апрельские аномалии осадков (средние в Керках и Термезе) совпадают с мартовскими, то майские аномалии расходов совпадают с апрельскими; если апрельские аномалии осадков больше или меньше аномалий мартовских, то майские аномалии, соответственно больше или меньше апрельских, с сохранением знака аномалий.

Эта закономерность нарушается, если осадки, выпавшие в течение апреля в Хороге, обнаруживают значительные отклонения от нормы.

Таблица 59. Майские аномалии расходов Аму-дарьи.

Год.	Аномалии осадков в Керках и Термезе.			Аномалии осадков в Хороге в апреле.	Аномалии расходов Аму-дарьи.		Примечание.
	Март.	Апрель.	Разница.		Апреле.	Мае.	
1910—11	0	—	—	0	0	0	Условные обозначения те же.
11—12	+ +	+ +	0	=	+ +	—	В Хороге выпало осадков в апреле месяце:
12—13	=	—	+	+ +	—	+	
13—14	+ +	0	=	0	+ +	+	в 1912 г. 2 м.м.
14—15	0	+ +	+ +	0	+ +	+ +	» 1913 г. 81 м.м.
15—16	+ +	+ +	0	0	—	—	» 1917 г. 0 м.м.
16—17	=	=	0	=	=	=	против среднего количества в 27 м.м.

Таким образом, на основании данных непосредственных наблюдений, устанавливается следующая зависимость майских расходов Аму-дарьи: (на основании табл. 59).

Расходы воды в Аму-дарье у Керков.		Количество осадков в апреле м. по сравнению с мартовским (Разница между апрельск. аномал. осадков и мартовской).	Количество осадков, выпавших в Хороге. в апреле.
Майские.	Апрельские.		
Высокие	Высокие	Много большее (+ + +)	Около среднего
»	Ниже-средние	Большее (+)	Большое
Выше-средние	Высокие	Много меньшее (=)	Около среднего
Средние	Средние.	Меньшее (—)	»
Ниже-средние	Высокие	Такое же, как в мар. (0)	Малое
»	Ниже-средние	Такое же (0)	Около среднего
Низкие	Низкие	Такое же (0)	Малое

Установленная выше закономерность между средними апрельскими и майскими расходами Аму-дарьи и некоторыми климатическими элементами основана на данных непосредственных наблюдений, за относительно непродолжительный период времени. По случайному совпадению, в течение этого

периода наблюдались крайне разнообразные типы водного режима Аму-дарьи, в том числе очень мало и многоводные. Но однако, не все типы режима реки были захвачены наблюдениями. Этот пробел возможно, до известного предела пополнить путем экстраполяции имеющихся заключений и выводов, и, таким образом, значительно расширить область применения установленной выше зависимости между расходами и метеорологическими факторами.

Прогноз летних расходов. Из числа задач по прогнозу летних расходов Аму-дарьи наиболее важной, в практическом отношении, является предсказание времени наступления и мощности главного паводка.

В течение периода наблюдений, т.-е. с 1910 по 1917 гг., исключительно большой паводок наблюдался всего один раз, в июне 1914 г., когда секундный расход Аму-дарьи, по данным непосредственных наблюдений в Керках, определился в 866 куб. саж. Наивысшие расходы, при прохождении паводков других лет не превышали 600—700 куб. саж. в секунду.

Мощность этих паводковых расходов зависит, повидимому, от степени одновременности наступления условий, которые благоприятствуют таянию ледников, расположенных в разных местах бассейна Аму-дарьи и являющихся ее главными источниками питания.

Выше было отмечено, что в ледниковых районах бассейна Аму-дарьи находится всего одна метеорологическая станция, а именно на Посту Памирском, расположенная, к сожалению, в условиях не типичных для района. Другая ближайшая горная станция находится в Иркештаме, уже за пределами бассейна Аму-дарьи и тоже в не типичных условиях.

При изучении имеющихся материалов метеорологических наблюдений оказывается, что они являются недостаточными для выяснения условий образования ледникового стока, главного источника питания Аму-дарьи в летнее время. Наблюдения на Посту Памирском, например, отражают в очень слабой степени зависимость между температурами воздуха и летними расходами воды в Аму-дарье.

В нижеследующих таблицах, для подтверждения изложенного, приведены данные о температурных аномалиях воздуха на Посту Памирском.

Таблица 60. Аномалии температур воздуха на Посту Памирском.

МЕСЯЦ.	Средняя температ. 1910–17 г.	10—11	11—12	12—13	13—14	14—15	15—16	16—17
Октябрь	+1,0	—0,7	—1,0	—1,2	—0,5		+2,7	+0,8
Ноябрь	—7,9	+1,0	—1,8	—0,4	+0,5		+2,0	—1,1
Декабрь	—14,5	—1,6	—1,8	+2,0	+0,9		+1,4	—1,1
Январь	—14,1	+2,2	—2,7	+0,1	+1,4	+0,5	+1,0	—0,5
Февраль	—12,3	—1	—1,7	+2,4	+1,6	—4,7	+0,2	+3,2
Март	—7,0	—1,7	—0,6	—1,1	+1,3	+0,3	+3,2	+2,2
Апрель	+1·2	—0,8	+2,3	—1,4	+0,5	+2,8	+2,2	—1,7
Май	+6,6	—0,2	—0,7	—1,7	+0,2	—3,8	—2,1	—1,9
Июнь	+11,1	+0,3	—2,0	—1,5	+3,1	—0,8	+0,9	+0,7
Июль	+14,3	—2,9	+0,9	—0,9	+1,9	+0,7	+0,2	+0,7
Август	+14,1	—0,7	—1,0	—1,9		+0,9	+0,6	+2,6
Сентябрь	+7,7	+0,8	—3,1	—0,9		+2,2	+0,6	

Таблица 61. Диаграмма аномалий температур воздуха на Посту Памирском, по сравнению со средними температурами за 1910—1917 г.г.

МЕСЯЦ.	1910—1917	1910—1911	11—12	12—13	13—14	14—15	15—16	16—17	Примечание.
Октябрь	0	0	—	—	0		++	+	Условные обозначения
Ноябрь	0	+	—	0	0		++	—	++ обозн. аномалии. более +2°,
Декабрь	0	—	—	++	+		+	—	+ от +0,7 до —0,7°,
Январь	0	++	=	0	+	0	+	0	0 от +0,7 до —0,7°
Февраль	0	—	—	++	+	=	0	++	— от —0,7 —до —2°,
Март	0	—	0	—	+	0	++	++	= меньше —2°.
Апрель	0	—	++	—	0	++	++	—	
Май	0	0	0	—	0	++	=	—	
Июнь	0	0	=	—	++	—	+	0	
Июль	0	=	+	—	+	0	0	0	
Август	0	0	—	—		+	0	++	
Сентябрь	0	+	=	—		++			

Проблема прогноза летнего паводка оказывается, если основываться на имеющихся в настоящее время материалах, неразрешимой. Для ее решения необходимо произвести длительные метеорологические наблюдения в районе истоков Вахша и главных притоков Пянджа и выяснить условия образования водного стока из ледников. При настоящем положении этого вопроса прогноз летних паводков представляется возможных лишь на основании предупреждений по телеграфу, т.-е. за 8—12 дней вперед.

Заключение. Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что наиболее важная в практическом отношении задача прогноза расходов воды в Аму-дарье — предсказание апрельских и майских расходов—разрешается вполне удовлетворительно. Решение основывается на существующей и достаточно выясненной зависимости между зимними осадками в Керках и Термезе, температурами там же и за тот же период времени, и осадками в марте и апреле месяцах в Керках, Термезе и Хороге.

Вероятная точность предсказаний этого рода не выходит за пределы 1 балла, если принять 5-балльную систему для оценки значений средних месячных расходов воды.

Апрельские расходы воды в Аму-дарье находятся в простой зависимости с мартовскими: аномалии первых совпадают по знаку и баллу с аномалиями вторых. Непреложность совпадения этих аномалий нуждается в подтверждении дополнительными материалами, но, повидимому, существование подобного совпадения можно считать установленным фактом.

Таким образом, предсказания расходов воды в Аму-дарье для наиболее важных моментов времени обладают достаточной для практических надобностей достоверностью и могут производиться за достаточный срок вперед.

ГЛАВА XIV.

Состав воды в Аму-дарье.

1. Взвешенные наносы.

Количество и режим взвешенных наносов.

Механический и химический составы воды имеют в оросительном хозяйстве весьма важное значение. Известно, что прославленное плодородие орошаемых земель в долине Нила об'ясняется свойствами ила, который содержится в больших количествах в нильской воде. Но также известны многочисленные примеры из оросительной практики Индии, Соединенных Штатов и Туркестана, указывающие на то, что присутствие в воде значительного количества взвешенных наносов, составленных из частиц крупного размера, относится к числу недостатков оросительных качеств воды, так как крупные наносы осаждаются в оросительных каналах, а удаление их вызывает большие расходы по экспоатации. Присутствие в воде больших количеств солей в растворенном виде делает воду мало пригодной для оросительных целей.

Состав аму-дарьинской воды был исследован в лабораториях Гидрометрической части в Туркестанском Крае, и в нижеследующем вкратце изложены результаты этих исследований.

Взвешенные наносы встречаются в аму-дарьинской воде в больших количествах, в пределах от 0,77% до 0,06% по об'ему (во влажном состоянии).

По сравнению с водой некоторых других рек, являющихся, так же как и Аму-дарья, источниками орошения, в аму-дарьинской воде содержится среднее количество наносов.

Таблица 62. Взвешенные наносы (мутность) в Аму-дарье у Керков.

МЕСЯЦ.	1910—1911 год.				1911—1912 год.				1912—1913 год.			
	Расх. воды в к. с в секунд.	% по об'ему.	Наносы в куб. саж. в 1000 к. с. воды.	Наносы в куб. саж. ВСЕГО.	Расх. воды в к. с. в секунд.	% по об'ему.	Наносы в куб. саж. в 1000 к. с. воды.	Наносы в куб. саж. ВСЕГО.	Расх. воды в к. с. в секунд.	% по об'ему.	Наносы в куб. саж. в 1000 к. с. воды.	Наносы в куб. саж. ВСЕГО.
Октябрь.	97	0,116	1.16	301.374	120	0,126	1.26	404.974	92	0,123	1.23	303.088
Ноябрь	89	0,064	0.64	147.640	93	0,151	1.51	363.995	67	0,094	0.94	163.244
Декабрь.	70	0,060	0.60	112.492	85	0,145	1.45	330.113	69	0,099	0.99	182.961
Январь	68	0,132	1.32	240.413	79	0,140	1.40	296.231	72	0,134	1.34	258.412
Февраль	91	0,208	2.08	457.906	84	0,178	1.78	374.637	81	0,137	1.37	268.459
Март	84	0,332	3.32	746.952	110	0,413	4.13	1.216.797	97	0,244	2.44	633.924
Апрель	198	0,746	7.46	3.828.591	231	0,685	6.85	4.101.451	162	0,766	7.66	3.216.465
Май	332	0,736	7.36	6.544.724	287	0,688	6 88	5.288.662	431	0,774	7.74	8.934.982
Июнь.	484	0,458	4.58	5.745.738	429	0,536	5.36	5.960.148	411	0.348	3.48	3.707.286
Июль.	378	0,297	2.97	3.006.933	522	0,660	6.60	9.227.624	506	0,546	5.46	7.399.776
Август	348	0,310	3.10	2.889.458	281	0,447	4.47	3 364.258	260	0,351	3.51	2.444.308
Сентябрь. . . .	206	0,338	3 38	1.804.758	155	0,220	2.20	883.872	135	0,265	2.65	927.288
Год.	204	0,402	4.02	25.826.979	207	0,487	4.87	31.812.762	199	0,453	4.53	28.440.193
Вег. пер.	324	0,465	4.65	23.820.202	319	0,571	5.71	28.825.015	318	0,530	5.30	26.630.105
Зимн. пер. . . .	84	0,152	1.52	2.006.777	95	0,200	2.00	2.986.747	80	0,144	1.44	1.810.088

Наносов, в % по об'ему, содержится в воде:

Нила . . . 0,4 % — 0,01%[1])
Инда . . . 0,41% — 0,08%[2])
Аму-дарьи. 0,77% — 0,06%.
Тигра . . . 0,77% — 0,19%[3])
Сэтледжа. 1,77% — 0,41%[4])

Режим взвешенных наносов, согласно наблюдениям в 1911—1913 гг. на станции в Керках, подчиняется следующему закону.

В апреле или мае, при прохождении первых значительных паводков, наблюдается максимальное количество наносов—0,7% и выше. Количество наносов затем неуклонно убывает и в августе—сентябре составляет всего лишь 0,2—0,3%. Наименьшее содержание наносов наблюдается в ноябре—декабре, а именно около 0,1%, и с января начинается постепенное его увеличение достигающее к марту 0,4%.

В предыдущей таблице, составленной по данным исследований Гидрометрической части в Туркестанском Крае [5]), приведены средние количества взвешенных наносов в Аму-дарье (см. табл. на стр. 191).

На основании данных, приведенных в таблице, можно считать, что, в среднем за год, в аму-дарьинской воде содержится взвешенных наносов 0,45%, а за зимний период—0,17%. и за вегетационный—0,52% Общее количество наносов, которое проносит Амударья, исчисляется для среднего года в Керках в 26,0 миллионов куб. саж., в том числе за вегетационный период—23,8 миллиона куб. саж. и за зимний—2,2 миллиона куб. саж. У Нукуса Аму-дарья проносит меньшее количество взвешенных наносов, в среднем за год—19,0 миллионов куб. саж.; за вегетационный период—17,3 и за зимний—1,7 миллионов куб. саж. Все об'емные измерения

---

[1]) W. Willcocks: Egyptian Irrigation. London, 1913; vol. I, p. 46.
[2]) R. B. Buckley: Irrigation Pocket Book. London, 1911, p. 95.
[3]) W. Willcocks: Irrigation of Mesopotamia. London, 1911, p. 66.
[4]) R. B. Buckley: Irrigation Pocket Book. London, 1911, p. 90.
[5]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае
за 1911 год, т. I, стр. 264.
„ 1912 „ „ III. „ 135.
„ 1913 „ „ II. „ 210.

производились над влажными наносами. Наносы воздушно-сухие дают значительную осадку и сокращаются в об'еме в 2—5 раз.

Сухие наносы, высушенные при температуре в 106°, наблюдаются в следующих количествах (для сравнения приводятся данные о наносах в Ниле).

Таблица 63. Взвешенные наносы (высушенные при температуре в 105°), содержащиеся в воде Аму-дарьи у Чарджуя (1912—13 г.г.) [1]) и в Ниле у Каира [2]).

Период.	Аму-дарья.		Нил.	
	% по весу.	Пудов в 100 к. с. воды	% по весу.	Пудов в 100 к. с. воды
В среднем за год	0,176	104	0,088	52
„ „ за зимний период. .	0,062	27	0,020	11
„ „ за вегет. период . .	0,292	173	0,137	81
Наибольшее колич. за месяц. .	0,567	335	0,186	110

Принимая удельный вес сухого ила равным 2,2 и вес 1 куб. саж. его в 1300 пудов, представляется возможным перевести весовые соотношения в об'емные, с которыми на практике приходится, главным образом, иметь дело.

Таблица 64. Взвешенные наносы (высушенные при температуре в 105°) в Аму-дарье у Чарджуя (1912—13 гг.) и в Ниле у Каира, в процентах по об'ему.

Период.	Аму-дарья.	Нил.
В среднем, за год	0,08	0,04
„ „ за зимний период	0,03	0,01
„ „ за вегет. период.	0,13	0,06
Наибольшее количество за месяц. . . .	0,26	0,08

По сравнению с водой Нила, с которым Аму-дарья имеет много общего, в аму-дарьинской воде содержится, в среднем, в 2 раза больше взвешенных наносов, а в начале летнего

[1]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае за 1913 год, т. II, стр. 164.

[2]) W. Willcocks: Egyption Irrigation. London, 1913, vol. I, pp, 48, 236.

паводка—в 3 раза больше, чем в знаменитой „красной воде" (red water) Нила. Относительно большое содержание взвешенных наносов в аму-дарьинской воде отнюдь не является, однако, препятствием к использованию этой воды для орошения. В воде упомянутой выше реки Сэтледж, в Пенджабе (Индия), содержится в два раза больше взвешенных наносов, чем в Аму-дарье, причем наносы в Сэтлежде составлены из более крупных частиц, а между тем, воды этой последней реки находят большое применение в оросительном хозяйстве. Ниже будет указано, что именно большое количество наносов в Аму-дарье обусловливает постоянство плодородности и высокую урожайность земель, орошаемых аму-дарьинской водой.

Механический состав взвешенных наносов. Особо важное значение в практике оросительного дела имеет механический состав наносов. Наносы, составленные из крупных частиц, с диаметром более 0,05 м.м., являются вредными, так как, благодаря своим размерам, они отлагаются в распределительных и оросительных каналах, где скорости течения меньше, чем в реке. Наносы среднего размера, с диаметром частиц от 0,05 до 0,005 м.м., оказывают положительное влияние на физические свойства почвы, так как, уменьшают ее связность; почвы становятся в скором времени очень тяжелыми, если их орошать водой, в которой содержатся исключительно мелкие, глинистые, наносы, с диаметром частиц меньше 0,001 м.м.

Механический состав аму-дарьинских наносов указан в нижеследующей таблице, где для сравнения приведены также данные о составе наносов в Ниле.

Состав наносов подвержен значительным колебаниям и приведенные данные являются средними. Наносов среднего размера в аму-дарьинской воде содержится, в общем, около 65%, мелких около 30% и крупных до 3%.

Применение воды, содержащей значительное количество наносов, для орошения, ведет к повышению уровня поливной поверхности. Если считать, что на орошение одной десятины расходуется, в среднем, 850 куб. саж. в год, то оказывается, что в условиях Аму-дарьи около 1,1 куб. саж. или 1440 пудов воздушно-сухих наносов ежегодно отлагается на поверх-

ности каждой поливной десятины. Таким образом, уровень поливных земель повышается ежегодно на 0,00046 саж. или на 1,0 саж. в 2170 лет. В действительности это повышение происходит, примерно, в $1^1/_2$ раза скорее, в виду того, что значительное количество наносов отлагается в каналах, которое после выносится также на поля.

Таблица 65. Механический состав взвешенных наносов Аму-дарьи [1]) и Нила [2]), в процентах.

Категория наносов.	Диаметр в м.м.	Аму-дарья.	Нил.
Крупные	1,0 — 0,5	0,02	—
	0,5 — 0,25	0,08	0,7
	0,25 — 0,05	2,6	0,7
		2,7	1,4
Средние	0,05 — 0,01	6,5	9,0
	0,01 — 0,005	57,8	19,2
		64,3	28,2
Мелкие	0,005 — 0,001 (0,002 для Нила)	10,9	11,4
	меньше 0,001 (0,002 для Нила)	18,9	55,2
		29,8	66,6

Наносы, находящиеся в аму-дарьинской воде во взвешенном состоянии, распределяются более или менее равномерно по живому сечению реки и лишь в самых низких точках живого сечения наблюдаются наносы более крупного размера, которые перемещаются частью во взвешенном состоянии, а частью катятся по дну. Среднее количество и состав наносов для всего сечения Аму-дарьи, определяемые за достаточно продолжительный период времени, например, за месяц, отличаются большим постоянством.

[1]) По данным А. Е. Любченко. См. Ф. И. Левченко: Почвы, грунты и грунтовые воды Кара-кумской пустыни. Киев, 1912, стр. 34.

[2]) W. Willcocks: Egyptian Irrigation. London, 1913; vol. I, p. 49.

Химический состав взвешенных наносов. В отношении химического состава, взвешенные наносы Аму-дарьи изучены менее обстоятельно. Анализ взвешенных наносов, взятых в сечении у Керков 20 июня 1912 г., обнаружил следующий состав, который приводится в сопоставлении с данными химического анализа взвешиваемых наносов в Ниле.

Таблица 66. Химический состав взвешенных наносов в воде Аму-дарьи [1]) и Нила [2]) в процентах.

	Аму-дарья.	Нил.
Кремнезем ($Si\ O_2$)	54	57,5
Полуторные окиси ($R_2\ O_3$)	17,4	25,6
Известь ($Ca\ O$)	7,3	3,1
Окись магния ($Mg\ O$)	2,3	2,7
Окись калия ($K_2\ O$)	2,1	0,5
Окись натрия ($Na_2\ O$)	1,6	0,6
Фосфорная кислота ($P_2\ O_5$)	Следы [3]) / 0,19 [4])	0,25

Из сравнения химических составов выясняется, в общем, значительное сходство наносов Аму-дарьи и Нила с той, однако, разницей, что в аму-дарьинских наносах содержится больше извести и калия, важнейших элементов, обусловливающих плодородие почвы, и меньше фосфорной кислоты, элемента не менее важного. В отношении данных о фосфорной кислоте необходимо, однако, к результатам анализов Гидрометрической части отнестись с некоторой осторожностью. В анализах на фосфор, произведенных проф. К. Шмидтом, сотрудником Аму-дарьинской экспедиции под начальствам Дорандта (в 1873—74 г.г,) неизменно обнаруживалсь в Аму-дарьинском иле не следы фосфора, а значительные количества,—0,143—0,312%, в среднем 0192%.

---

[1]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае за 1912 г., т. II, стр. 94.

[2]) W. Wilcocks Egyptian Irrigation. London, 1913; vol I, p. 53.

[3]) По данным Гидрометрической части в Туркестанском Крае.

[4]) По анализам проф. К. Шмидта в Трудах Аму-дарьинской экспедиции вып. IV, стр. 27. СПБ 1885.

Удобрительные свойства аму-дарьинских наносов.

Взвешенные наносы, находящиеся в оросительной воде, имеют огромное значение для сохранения перманентного плодородия почвы., При оросительной норме в 850 куб. саж. на десятину ежегодно вносятся в почву следующие количества минеральных веществ, в пудах.

Таблица 67. Количество минеральных веществ, поступающих в составе взвешенных наносов в почву при орошении водами Аму-дарьи и Нила, в пудах на 1 десятину в год, при оросительной норме в 850 куб. саж.

Минеральные веества.	Аму-дарья.	Нил.	Примечание.
	В пудах за год.		
Извести (Ca O)	105	21	Среднее содержание сухих наносов во время вегетац. периода для Аму-дарьи, с апреля по сентябрь, принято равным 0,292%, а для Нила, за август — сентябрь, 0,137% по весу.
Калия (K_2 O)	30	3,4	
Фосф. кислоты (P_2 O_5) . .	2,7	1,7	
Всего минеральных вещ. .	1440	690	

Как известно, прославленное еще в доисторические времена плодородие нильской долины обязано исключительно запасам калия и фосфорной кислоты, которые содержатся в речных наносах и вместе с водой поступают на поливные поля.

В аму-дарьинской воде, как видно из данных приведенной выше таблицы, содержатся значительно большие количества калия и фосфорной кислоты, первого в 9 раз, второго в $1^1/_2$ раза.

Минеральные запасы, содержащиеся в аму-дарьинских наносах, представляют собой совершенно исключительную ценность и в полной мере покрывают потребности сельского хозяйства в искусственных удобрениях—фосфорных, калийных и известковых. Содержание в наносах больших количеств извести имеет, между прочим, еще то положительное значение, что в присутствии извести не происходит образования, так-называемых, злостных или черных солонцов.

Удобрительные запасы аму-дарьинских наносов имеют, исходя из оросительной нормы в 850 куб. саж., следующую

ценность (по ценам, существовавшим на внутреннем германском рынке до войны [1]).

Таблица 68. Удобрительная ценность взвешенных наносов, содержащихся в аму-дарьинской воде.

Удобрительный минерал.	Количество на десятину в пудах.	Ценность.	
		За пуд.	Всего.
Известь	150	0,08 р.	8 р. 40 к.
Калий	30	1,00 р.	30 р. — к.
Фосфорная кислота	2,7	5,00 р.	13 р. 50 к.
Всего:			51 р 90 к.

Таким образом, на поля, орошаемые водой из Аму-дарьи, ежегодно поступает на одну поливную десятину минеральных удобрений на 51 р. 90 к. довоенных. Удобрительные запасы нильской воды, для одинаковых поливной нормы на десятину и расценок, оцениваются в 20 руб. 38 коп., т.-е, в 2,5 раза ниже.

Резюмируя изложенное о взвешенных наносах, следует отметить, что общее количество наносов, находящихся в аму-дарьинской воде, является обычным для рек подобного типа; механический состав наносов представляется весьма благоприятным: частицы крупного размера совершенно отсутствуют или встречаются в ничтожных количествах и, поэтому, можно не опасаться занесения правильно построенных оросительных каналов, а мелкие частицы, которые могли бы ухудшить физические свойства почвы, встречаются в значительно меньших количествах, чем, например, в нильской воде, наносы которой в этом отношении не считаются вредными. В отношении химического состава, аму-дарьинские наносы являются в высшей степени ценными и значительно превосходят наносы нильские.

2. Растворенные наносы.

Количество растворенных наносов

Кроме взвешенных наносов, в аму-дарьинской воде содержится значительное количество наносов растворенных, или „солей".

Растворенные наносы выделяются из воды в виде, так называемого, плотного остатка путем выпаривания. Средние

[1]) Krafft, Die Ackerbaulehre, Berlin, 1905, S. 190.

Таблица 69. Среднее содержание растворенных солей в воде Аму-дарьи, у Керков, и Нила у Каира.

МЕСЯЦЫ.	Река Аму-дарья у Керков.												Нил у Каира.			
	1910—1911 год.				1911—1912 год.				1912—1913 год.				1907 год.			
	Расход воды в куб. саж. в сек.	% по весу.	Кол. солей в пудах.		Расход воды в куб. саж. в сек.	% по весу.	Кол. солей в пудах.		Расход воды в куб. саж. в сек.	% по весу.	Кол. солей в пудах.		Расход воды в куб. саж. в сек.	% по весу.	Кол. солей в пудах.	
			В 100 к. с.	Всего.			В 100 к. с.	Всего.			В 100 к. с.	Всего.			В 100 к. с.	Всего.
Октябрь .	97	0,0444	26.3	68.393.000	120	0,0421	25.0	80.230.000	92	0,0467	27.7	68.228.000	391	0,0127	7.5	78.857.000
Ноябрь . .	89	0,0495	29.3	67.704.000	93	0,0492	29.2	70.318.000	67	0,0498	29.5	51.277.000	213	0,0139	8.2	45.500.000
Декабрь. .	70	0,0534	31.7	59.361.000	85	0,0536	31.8	72.351.000	69	0,0531	31.5	58.184.000	149	0,0145	8.6	34.309.000
Январь . .	68	0,0537	31.8	57.988.000	79	0,0555	32.9	69.627.000	72	0,0573	34.0	65.516.000	135	0,0150	8.9	32.158.000
Февраль .	91	0,0614	36.4	80.143.000	84	0,0601	35.6	74.998.000	81	0,0580	34.4	67.386.000	98	0,0149	8.8	20.944.000
Март . . .	84	0,524	31.1	69.899.000	110	0,0577	34.2	10.079.000	97	0,0656	38.9	101.050.000	68	0,0170	10.0	18.358.000
Апрель . .	198	0,548	32.5	166.749.000	231	0,0402	23.8	142.711.000	162	0,0558	33.1	138.915.000	61	0,0208	12.3	19.499.000
Май. . . .	332	0,0389	23.1	205.091.000	287	0,0342	20.3	155.872.000	431	0,0438	26.0	299.785.000	61	0,0217	12.9	21.021.000
Июнь . . .	484	0,0224	13.3	166.614.000	429	0,0288	17.1	189.875.000	411	0,0229	13.6	144.642.000	60	0,0231	13.7	21.300.000
Июль . . .	378	0,0238	14.1	142.866.000	522	0,230	13.6	190.659.000	506	0,0293	17.4	235.438.000	133	0,0207	12.3	43.720.000
Август . . .	348	0,0237	14.1	130.974.000	281	0,0291	17.3	129.855.000	260	0,0272	16.1	112.306.000	466	0,0172	10.2	127.284.000
Сентябрь .	206	0,0317	18.8	100.356.000	155	0,0366	21.7	87.183.000	135	0,0363	21.5	75.311.000	677	0,0137	8.1	142.537.000
Год.	204	0,0345	20.5	1.316.140.000	207	0,0351	20.8	1.364.470.000	199	0,0381	22.6	1.418.038.000	209	0,0155	9.2	605.487.000
Вегет. пер.	324	0,0307	17.8	912.651.000	319	0,0300	17.8	896.154.000	318	0,0338	20.0	1.006.398.000	338	0,0149	8.8	472.207.000
Зимн. пер.	84	0,0515	30.5	403.488.000	95	0,0529	31.4	468.316.000	80	6,0552	32.7	411.640.000	80	0,0179	10.6	133.280.000

месячные количества растворенных наносов в воде Аму-дарьи изменяются в пределах от 0,02 % до 0,07% [1]) по весу, то-есть, в 100 куб. саж. воды содержится в растворенном виде от 12 до 40 пудов разных солей.

Наименьшее, относительно, количество солей наблюдается летом во время прохождения главного паводка, когда, вследствие увеличения расхода воды, понижается концетрация раствора. После спада высоких вод процентное содержание солей увеличивается, хотя их абсолютное количество в воде уменьшается.

В вышеуказанной таблице приведены средние месячные количества содержащихся в аму-дарьинской воде растворенных солей, определенные по пробам, взятым у Керков за время 1910—13 г.г. Для сравнения приведены также данные о растворенных солях Нила [2]).

На основании данных этой таблицы оказывается, что Аму-дарья проносит в растворенном виде огромные количества солей.

Средние месячные расходы растворенных солей колеблются в пределах от 50 до 300 миллионов пудов. В среднем за год, Аму-дарья проносит (у Керков) около 1360 миллионов пудов растворенных солей, в том числе одну треть в течение зимних месяцев и две трети в течение вегетационного периода. По сравнению с Нилом, в Аму-дарье содержится в два раза больше растворенных веществ.

В нижнем течении Аму-дарьи наблюдаются иные количества растворенных солей, как это усматривается из сравнения данных для Керков и Нукуса.

Из данных приводимой ниже таблицы усматривается, что в низовьях Аму-дарьи в воде содержится большее количество растворенных наносов, чем в Керках [3]),—в среднем, зимой на 7%, а в течение вегетационного периода на 17%.

---

[1]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае.

за 1911 год, т. I, стр. 264;
за 1912 год, т. III, стр. 100;
за 1913 год, т. II, стр. 210;

[2]) W. Willcocks: Egyptian Irrigation, London, 1913; vol. I, p 51.

[3]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае за 1913 год, т. II, стр. 76 и 210.

Таблица 70. Количество растворенных солей в аму-дарьинской воде по наблюдениям в Керках и Нукусе.

МЕСЯЦЫ.	Нукус, 1912/13 год.				Керки, 1912/13 год.			
	Расход воды в куб. саж. в сек.	% по весу.	Колич. солей в пудах. в 100 куб. саж.	Колич. солей в пудах. Всего.	Расход воды в куб. саж. в сек.	% по весу.	Колич. солей в пудах. в 100 куб. саж.	Колич. солей в пудах. Всего.
Октябрь. .	77	0,0457	27.1	55.881.000	92	0,0467	27.7	68.228.000
Ноябрь. . .	52	0,0512	30.4	40.916.000	67	0,0498	29.5	51.277.000
Декабрь . .	60	0,0572	33.9	54.501.000	69	0,0531	31.5	58.184.000
Январь. . .	65	0,0614	36.4	63.378.000	72	0,0573	34.0	65.516.000
Февраль. .	74	0,0654	38.8	69.417.000	81	0,0580	34.4	67.386.000
Март . . .	72	0,0703	41.7	80.380.000	97	0,0656	38.9	101.050.000
Апрель. . .	134	0,0609	36.1	125.412.000	162	0,0558	33.1	138.915.000
Май	223	0,0561	33.3	198.667.000	431	0,0438	26.0	299.785.000
Июнь . . .	337	0,0326	19.3	168.836.000	411	0,0229	13.6	144.672.000
Июл	355	0,0354	21.0	199.568.000	506	0,0293	17.4	235.438.000
Август. . .	235	0,0313	18.6	116.808.000	260	0,0272	16.1	112.350.000
Сентябрь. .	115	0,0317	18.8	56.024.000	135	0,0363	21.5	75.311.000
Год.	150	0,0437	25.9	1.229.789.000	199	0,0381	22.6	1.418.038.000
Вегет. пер..	233	0,0396	23.5	865.316.000	318	0,0338	20.0	1.006.398.000
Зимп. пер. .	67	0,0583	34.6	364.473.000	80	0,0552	32.7	411.640.000

Это обстоятельство указывает на то, что в Аму-дарью, на участке между Керками и Нукусом, попадают подземные воды, имеющие более высокую, по сравнению с Аму-дарьей, соленость.

Поступление растворенных наносов в Аральское море.

На основании вышеприведенных данных о количестве растворенных наносов, содержащихся в аму-дарьинской воде представляется возможным, между прочим, сделать некоторые предположения о времени существования Аральского моря.

Растворенные насосы, содержащиеся в аму-дарьинской воде, поступают в Аральское море, примерно, в том количе-

стве, в каком они учитываются у Нукуса. Следовательно, согласно данным приведенной выше таблицы, в 1912—1913 г. в Аральское море поступило всего около 1.230 миллионов пудов солей.

Принимая во внимание, что расход Аму-дарьи у Нукуса в 1912—13 г. превышал на 9% нормальный расход, и допуская, что общий запас солей, содержащихся в воде, находится в прямой пропорциональной зависимости с расходами воды, среднее количество растворенных наносов, поступающих из Аму-дарьи в Аральское море, следует считать на 9% меньшим, а именно, 1.170 миллионов пудов в год.

Кроме Аму-дарьи, в Аральское море поступают также значительные количества растворенных наносов из Сыр-дарьи, среднее количество которых можно считать равным 475 миллионам пудов [1]). Таким образом, нормальное количество наносов, поступающих в Аральское море ежегодно из обоих рек, определяется в 1.645 миллионов пудов.

Возможный возраст Аральского моря.

В Аральском море содержится, по исчислениям проф. Л. С. Берга, всего 660.000 миллионов пуд. [2]) растворенных солей. Если предположить, что поступающие в море из Аму-дарьи и Сыр-дарьи в растворенном виде соли сохранятся в Аральском море без изменения и в растворе же, то для образования общего запаса солей в море потребовалось 400 лет.

Нельзя утверждать, на основании приведенных исчислений, что Аральское море существует только 400 лет, т. к. неизвестно сколько солей находилось до образования моря на дне котловины, заполненной в настоящее время водой, а также неизвестна та часть солей, которая была использована животными и растительными организмами, находящимися в море, на поддержание своих жизненных процессов. Однако, вышеприведенные исчисления с безусловной определенностью указывают на то, что образование Аральского моря произошло в относительно недалеком прошлом, в течение настоящей исторической эпохи.

---

[1]) По данным Гидрометрической части в Туркестанском Крае.

[2]) Л. С. Берг, Аральское море. СПБ, 1908, стр. 265.

Химический состав растворенных солей.

Химический состав растворенных солей, находящихся в аму-дарьинской воде, представляется, по анализам Гидрометрической части, в следующем виде.

Таблица 71. Химический состав плотного остатка солей в воде Аму-дарьи у Керков (в процентах) [1]).

ГОДЫ.	Плотный остаток.	Прокаленн. остаток.	Потери от прокаливания.	Cl	SO_3	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
1911—12	100	79,3	20,7	19,3	19,8	2,3	19,3	4,7	2,9	14,6
1912—13	100	81,6	18,4	20,4	18,2	2,3	26,7	5,2	2,2	15,4

Средние данные анализов за два года указывают на большое постоянство состава растворенных солей.

При сравнении анализов растворенных солей, содержащихся в воде летом и зимой, наблюдаются значительные разницы, как видно из данных следующей таблицы.

Таблица 72. Состав плотного остатка в воде Аму-дарьи у Керков за зимнее и летнее полугодия 1912—13 г. (в процентах) [2]).

ПЕРИОД.	Плотный остаток в % по весу.	Плотный остаток.	Прокаленн. остаток.	Потери от прокаливания.	Cl	SO_3	SiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Октябрь—март .	0,0548	100	83,4	16,6	24,6	19,0	2,4	28,9	5,6	2,0	18,1
Апрель—сентябрь.	0,0387	100	79,2	20,8	14,5	17,1	2,3	23,5	4,6	2,5	11,6

Из приведенных данных следует, что во время вегетационного периода в воде содержится значительно меньше растворимых солей, чем зимой, а именно 0,0387% против 0,0548% или, соответственно, 387 и 548 милиграмм на литр воды; в частности, понижается относительное содержание хлора, серного ангидрида и всех других окислов, за исключением калия.

[1]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае за 1913 год, т. II, стр. 69.

[2]) Отчет Гидрометрической части в Туркестанском Крае за 1913 год, т. II, стр. 70.

Такое изменение состава нельзя не признать благоприятным для сельского хозяйства.

При среднем содержании растворенных солей во время вегетационного периода в количестве равном, 0,03% или около 18 пудов в 100 куб. саж. воды, с поливной водой вносится ежегодно около 150 пудов растворенных солей на десятину (при оросительной норме 850 куб. саж. на 1 дес.). В том числе вносятся значительные количества ценных элементов—около 3,5 пуд. калия и 36 пуд. извести. Хлора вносится при этом около 20 пудов, повидимому, преимущественно в виде повареной соли.

При орошении нильской водой на поливные поля выносится в полтора раза меньше растворенных солей—в среднем около 100 пудов на десятину,—в том числе калия около 6 пудов, извести—20 пудов, а хлора около 10 пудов (исчислено для нормы в 850 куб. саж. на 1 дес. по средним составам нильской воды за время апрель—июль [1]).

Как ни велики абсолютные количества растворенных солей, содержащихся в аму-дарьинской воде, относительное содержание солей является незначительным и для поливных целей аму-дарьинскую воду следует считать пресной.

Нельзя не отметить, что несмотря на большой процент солей, больший, чем в воде других рек Туркестана, вода из аму-дарьи с незапамятных времен славится своими исключительными вкусовыми качествами.

Суб'ективные впечатления не могут, разумеется, опровергать данных химического анализа, но нельзя не указать здесь, что, несмотря на большие количества серного ангидрида, хлора и натрия, встречающихся в аму-дарьинской воде, и ее высокую жесткость (10—20 немецких градусов), эта вода не только оказывается пригодной для питья, но считается в этом отношении превосходной.

Вамбери писал еще в 1863 году [2]): „что касается до качества аму-дарьинской воды, то-есть ее сладости и приятности вкуса, то жители Туркестана уверены, и не совсем без основания, что на свете нет реки, подобной в этом отношении Аму-дарье, не исключая даже Нила мюбарека (благословленного)".

---

[1]) W. Willcocks: Egyptain Irrigation. London, 1913; vol. I, p. 56.

[2]) Вамбери: Путешествие по Средней Азии, СПБ, 1865, стр. 78.

ГЛАВА XV.

Земледелие на Аму-дарье.

Земледелие и оросительное строительство.

Оросительные сооружения являются одной из составных частей оборудования, созданного для удовлетворения одной из самых существенных потребностей земледельческого хозяйства. Оросительные каналы, с разными сооружениями на них, являются ни чем иным, как необходимым мертвым инвентарем, без которого ведение хозяйства оказывается невозможным. Поэтому, гидротехническое оборудование хозяйства, так же как и агрикультурное, находится в полной зависимости от экономического состояния земледельческой промышленности и определяется, в своем составе, экономической мощностью и доходностью земледелия и общей экономической коньюнктурой в районе хозяйства.

Если земледельческая промышленность отличается высокой доходностью и располагает значительными оборотными капиталами, как это имеет место, например, в Калифорнии, то в сельском хозяйстве оправдывается применение самых сложных и дорогих гидротехнических сооружений. В Калифорнии, в частности, встречаются доходные хозяйства, оросительные сооружения в которых стоят 1000 рублей и более, на поливную десятину.

С другой стороны, если земледельческое хозяйство приносит небольшой доход и если оборотные капиталы хозяйства незначительны или совершенно отсутствуют, как, например, в Месопотамии, то расход на устройство орошения в 200—250 рублей на десятину оказывается для хозяйства уже непосильным. В Калифорнии являются рентабельными даже

самые сложные и дорогие ирригационные сооружения, посредством которых представляется возможность орошать земли, неблагоприятно расположенные и требующие специальных оборудований—водохранилищ, насосных станций, бетонированных каналов и т. п. В Месопотамии такие сооружения не оправдываются и, по выражению В. Вилькокса, „не стоит тратить время на размышления о них", и там, в настоящее время, орошение оправдывается исключительно на землях благоприятно расположенных, для орошения которых оказывается возможным и достаточным устройство простых и дешевых сооружений.

Таким образом, ирригационное строительство находится в полной зависимости от состояния земледельческого хозяйства и по этой причине представляется совершенно необходимым, прежде чем приступить к установлению реальных оросительных возможностей в Аму-дарьинском районе, выяснить, какая организация сельского хозяйства наиболее отвечает там всей совокупности местных условий и как велика доходность такого хозяйства.

Состояние земледельческого искусства в Туркестане.

Земледельческое искусство ставит своей первейшей целью сохранение за сельскохозяйственными землями неиссякаемого плодородия. Главным образом в этом направлении и работала научная агрономическая мысль в течение истекших ста лет и достигла успешных результатов, установив принципы рационального хозяйства на землях, орошаемых осадками и имеющих, так называемые, структурные почвы. Иначе обстоит вопрос о принципах ведения сельского хозяйства на бесструктурных почвах, в условиях искусственного орошения. В этом направлении сделано много, но недостаточно. Исследования в Египте и на американских опытных станциях выполнили огромную работу по выяснению почвенных процессов, происходящих при искусственном орошении, но исчерпывающих ответов по всем проблемам земледелия эти исследования не дали. Даже такой важный вопрос, как борьба с заболачиванием и засолением искусственно орошаемых почв, является для целого ряда случаев неразрешимой проблемой.

Приемы земледелия на искусственно орошаемых землях значительно отличаются от обычных приемов. Во-первых,

искусственно орошаемые земли дают более высокие и очень постоянные урожаи, вследствие чего из почв извлекаются значительно большие количества питательных веществ, чем в условиях естественного орошения. Поэтому, для поддержания плодородия искусственно орошаемых и, в то же время, относительно бедных почв, необходимо производить тщательную обработку земли и ежегодно вносить в нее большие количества разных удобрений—навозу, компосту и тому под. Далее, самое орошение, т.-е. способ вывода воды из источника, ее распределение и методы полива представляет собой крупную и сложную отрасль хозяйства, имеющую глубокую связь с земледелием. Здесь не место входить в детальное рассмотрение этой связи. Достаточно указать на процессы выщелачивания и образования разных растворов в почвах, которые в искусственно орошаемых районах происходят особенно энергично и очень своеобразно и оказывают огромное влияние на все сельско-хозяйственные начинания.

Эту внутреннюю связь оросительного хозяйства с земледелием туркестанский земледелец давно подметил и заучил. Приемы земледелия и способы орошения, практикуемые в настоящее время в Туркестане, испытывались в течение тысячелетий и дают отличные результаты: урожаи—высоки, качество продуктов—превосходное, перманентность плодородия—совершенная. Туркестанское туземное хозяйство следует, поэтому, считать основанным на безусловно правильных началах и изучение основных приемов, применяемых туземным населением Туркестана в обработке почвы и в уходе за полевыми культурами, а также способов орошения, является обязательным для строителей нового орошения.

Однако, вопрос о туземных приемах в земледелии очень сложен и обширен и выходит, притом, за рамки настоящего технического, по преимуществу, отчета. Поэтому, в нижеследующем приводятся лишь некоторые краткие сведения.

Основные приемы земледелия, применяемые туземным населением.

Обработка почвы начинается со вспашки и обработки парового клина. Во второй половине июня убирается озимая пшеница и после уборки поле подвергается повторным вспашкам. Пашут 2—3 раза в месяц, в июне, июле, августе и сентябре, причем общее число вспашек достигает 12—15 и, по сведениям,

приводимым С. К. Кондрашевым со слов хозяев, даже 20 раз. Раз 8—12 пашут летом и осенью остальные же работы приходятся на весну.

Вспаханное и выравненное поле поливают раза 2—4 летом и осенью и 1—3 раза весной.

В июле на паровое поле начинают вывозить навоз, компост или „арычную землю", т.-е. землю, вынутую со дна каналов при их расчистке. Навозу, обычно в компостированном виде, вывозится от 6000 до 10000 пуд. на десятину, а арычной земли—до 20.000 пуд. на десятину, т.-е. около 1000 возов.

Затрата труда в туземном хозяйстве.

Трудовая емкость туземного хозяйства, как это можно видеть из только что изложенного, очень велика. В дополнение к перечисленным работам, следует еще прибавить работы по уходу за оросительной сетью и по производству поливов.

Оросительные каналы надо ежегодно, а иногда по нескольку раз в год, расчищать. На расчистку главных магистральных каналов, производящуюся обычно ранней весной до начала полевых работ, в Хивинском оазисе расходуется около 1 миллиона рабочих дней, что составляет около 5 дней на поливную десятину. К этому числу дней следует еще прибавить 3—6 дней на ходьбу к месту работ и обратно к месту жительства, расстояние между которыми может составить 40—60 верст. Два раза в год производится прочистка распределительных каналов и несколько раз в год чистятся мелкие каналы—самотечные оросители, или так-называемые аяки, и чигирные, или салмы.

На все работы этой категории расходуется огромное количество труда, изменяющееся в зависимости от местных условий. В среднем, в условиях хивинского оазиса, типичных для Аму-дарьинского района, на все расчистки расходуется ежегодно 20—30 рабочих дней на 1 поливную десятину.

Учет труда в сельском хозяйстве представляет в техническом отношении значительные трудности и до сих пор не имелось правильно поставленных непосредственных наблюдений этого рода. Более достоверные результаты можно получить из данных общего статистико-экономического обсле-

дования, которое дает возможность выяснить зависимость между количеством рабочей силы в хозяйстве и величиной площади засева.

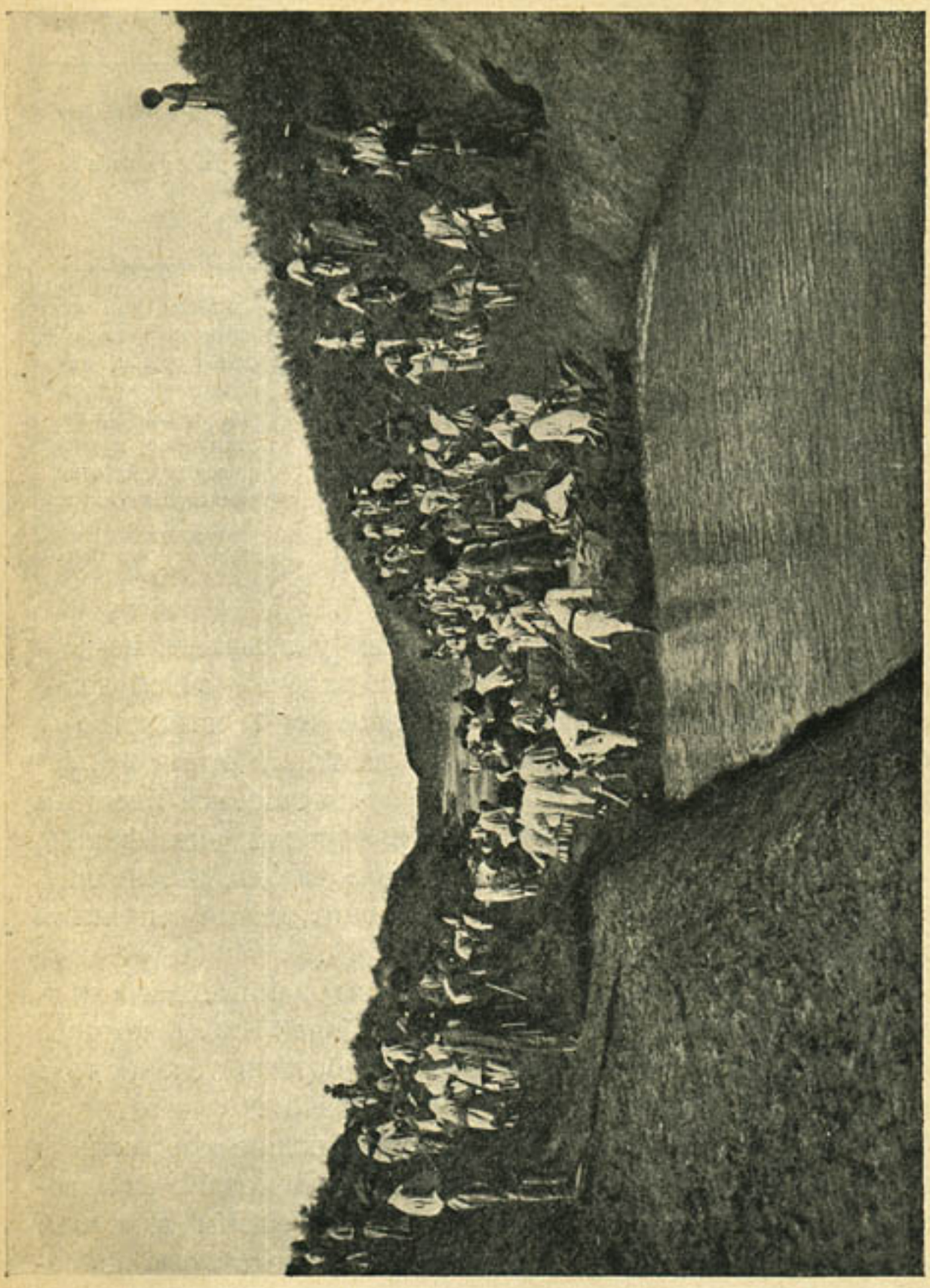


Рис. 19. Очистка оросительного канала Саубет-ярган, в Хивинском оазисе.(Фот. Унадорта).

Обстоятельные обследования этого рода были произведены в б. Аму-дарьинском Отделе и захватили 31259 хозяйств.

При этом, по вопросу о зависимости между площадью засева в хозяйстве и имеющейся рабочей силы выяснились следующие соотношения:

Таблица 73. Обеспечение хозяйств рабочей силой домочадцев.

Группа по посеву.	В %% к общему числу хозяйств.	На 1 хозяйство приходится, в среднем:		%% хозяйств, нанимающих рабочих.	Примечание.
		Десятин посева.	Мужчин домочадцев в рабочем возрасте.		
II 0,2—2 дес. . .	61,4	1,34	1,6	9	Из таблицы исключены хозяйства I группы, как не имеющие пахотной земли и, поэтому, не являющиеся хозяйствами земледельческими. Таких хозяйств имеется всего 17%.
III 2—5 дес. . .	33,0	3,49	2,2	26	
IV 5—9 дес. . .	4,8	7,19	2,7	50	
V свыше 9 дес.	0,8	15,23	3,0	79	

Приведенные в этой таблице данные указывают, во-первых, на высокое обеспечение хозяйства рабочей силой домочадцев, а именно, от 1,6 до 3,0 мужчин на 1 хозяйство (в мусульманских странах женщины не работают в поле) и, во-вторых, на большое число хозяйств, пользующихся наемным трудом, а именно от 9% до 79%. Таким образом, оказывается, что несмотря на значительное число домочадцев, все же ощущается недостаток в рабочей силе, пополняемый наемными рабочими.

В нижеследующей таблице приведены данные о средних размерах хозяйства и о количестве рабочей силы, которое требуется в хозяйстве для постоянной работы в течение года и для срочных работ в период полевых работ.

В эти расчеты необходимо ввести следующие коррективы. В хозяйствах II группы, в которую включены хозяйства малоземельные, земледелие не является единственным занятием рабочих домочадцев. В таких хозяйствах некоторые из последних занимаются подсобными промыслами — гончарным,

---

[1]) Материалы по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе. Ташкент, 1915 г., стр. 154, 157, 202, 250.

сапожным, плотничным и другими,—при чем для помощи в ремесленных работах иногда нанимается работник. Таким образом в малоземельных хозяйствах II группы на земледельческие работы расходуется в действительности меньшее количество рабочей силы, чем показано в таблице. На основании закономерно изменяющихся разниц между количествами рабочей силы, расходуемой в хозяйствах III, IV и V групп, возможно установить, с некоторой вероятностью, количество рабочей силы, расходуемой на обработку одной десятины в хозяйстве II группы. Вероятные цифры, полученные таким путем, приведены в таблице в скобках—(0,96) и (1,00).

Таблица 74. Расход рабочей силы в хозяйстве.

Группа по посеву.	Число десятин посевов в хозяйстве.	На одно хозяйство приходится в среднем:							
		Для постоянных работ.			Для срочных работ.				
		Число рабочих домочадцев.	Число наемных рабочих.	Всего рабочих.	Число постоянных рабочих.	Число сроковых рабочих.	Всего рабочих.	На 1 дес.	На 1 дес. постоянных рабочих.
II									
0—2 дес.	1,34	1,6	0,1	1,7	1,7	0,1	1,8	1,34 (1.00)	1,27 (0,96)
III									
2—5 дес.	3,49	2,2	0,3	2,5	2,5	0,3	2,8	0,80	0,72
IV									
5—9 дес.	7,19	2,7	1,2	3,8	3,8	0,8	4,6	0,64	0,53
V									
более 9 дес	15,23	3,0	3,0	6,0	6,0	1,9	7,9	0,52	0,30

Таким образом, на основании статистических обследований, выяснилось, что на обработку 1 десятины пахотной земли расходуется труд 0,39—0,96 человек на постоянных работах и 0,52—1,00 человек на срочных. Наименьшее количество труда поглощают, как и следовало ожидать, крупные хозяйства с площадью посева свыше 5 десятин. Таких хозяйств имеется, однако, всего лишь, 5,6%. В среднем же, в Амударьинском Отделе на обработку 1 десятины расходуется труд

[1]) Материалы по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе. Ташкент, 1915 г., стр. 157.

0,83 рабочих, в том числе 0,72 рабочих заняты постоянно, как это видно из данных следующей таблицы.

Таблица 75. Распределение поливной площади и рабочей силы в 100 хозяйствах.

Группа по посеву.	На 100 хозяйств приходится:				
	Поливной площади десятин.	Постоян. рабочих.		Всего рабочих.	
		Всего.	На 1 дес.	Всего.	На 1 дес.
II	82	79	0,99	82	1.0
III	115	83	0,72	92	0,8
IV	34	18	0,53	22	0,64
V	12	5	0,42	6	0,5
Всего. . . .	243	175	0,72	202	0,83

Размеры хозяйства. Вопрос о размерах хозяйства имеет важное практическое значение. От величины площади засева зависит валовой доход хозяйства и пределы его способности оплачивать расходы по устройству и эксплоатации ирригационного оборудования. Земледельческие хозяйства на искусственно орошаемых землях имеют в Туркестане небольшие размеры. Так, в Аму-дарьинском Отделе из числа 31.256 обследованных хозяйств, только в 1.467 хозяйствах, что составляет 4,7% от всех хозяйств, посевная площадь превышает 5 дес. [1]). Средняя площадь засева в хозяйствах в Аму-дарьинском Отделе определяется в 2,43 дес. Большая часть хозяйств владеет посевной площадью от 2 до 3 десятин.

Исходя из приведенной выше цифры средней затраты труда на обработку 1 десятины, а именно, 0,83 рабочих, и полагая, что в семье среднего состава, в среднем, имеется 1,75 работников, следует придти к заключению, что среднее хозяйство не может обработать собственными силами больше 2,1 десятин.

При сравнении с европейскими масштабами, подобный размер хозяйства, на доходах которого основано существование

---

[1]) В таблице 73 процент крупных хозяйств исчислен в 5,6%. Расхождение об'ясняется тем, что при исчислении процентного соотношения в таблице и расчет включены не все хозяйства, из числа обследованных, а лишь те, в которых площадь засева более 0,2 дес.

всей семьи, в среднем, в составе 5,5 человек, был бы признан крайне малым. Однако, в других странах Востока, где земледельческое хозяйство, так же, как и в Туркестане, основывается на искусственном орошении, наблюдаются еще меньшие размеры среднего владения и большая плотность населения на единицу посевной площади.

Так, на 1 десятину посева приходится, в среднем:

В Аму-дарьинском Отделе. . .	— 2,4 челов.
В Египте (дельта Нила). . . .	— 3,8 челов. [1])
В Японии (район Киото) . . .	— 7,2 челов. [2])
В Китае (провинция Шантунг) .	—13,0 челов. [3]).

Наблюдаемое в Туркестане мелкоземелье не является следствием недостатка земли или ее неправильного распределения: оно вытекает из самой сущности установившейся системы земледелия. Следует отметить, что для тщательной обработки большей площади в хозяйстве нет рабочей силы, а менее тщательная, экстенсивная обработка, представляется нерациональной и с хозяйственной точки зрения неправильной, т.-к. перманентное хозяйство возможно лишь при тщательной обработке почвы и при соблюдении всех начал интенсивной организации хозяйства.

Распределение культур. В туркестанском полевом хозяйстве возделываются многочисленные растения. Статистико-экономические обследования в Аму-дарьинском Отделе обнаружили свыше 20 различных культурных растений в полевом клину и 10 культурных растений в огородном. Из этого числа культурных растений некоторые имеют повсеместное распространение и встречаются почти в каждом хозяйстве. Такими главными культурами являются: пшеница—озимая и яровая—разных сортов, джугара (Sorghum), просо, хлопок, люцерна. Менее широкое распространение, приуроченное к отдельным районам, имеют посевы риса, бахчи под дынями и арбузами, плодовые сады и виноградники.

---

[1]) W. Willcocks Egyptian Irrigation. 1903, vol, I, p. 109.

[2]) По неизданным материалам, имеющимся в распоряжении автора.

[3]) F. King: Farmers of Forty Centuries. Irrigation in China, Korea, Japan. Madison 1912 p. 225.

Средние данные о распределении перечисленных культур в пределах хозяйства приведены в следующей таблице.

Таблица 76. Распределение сельско-хозяйственных культур в туземных хозяйствах Аму-дарьинского Отдела, в процентах от площади засева [1]).

Группа по посеву.	Площадь в десят.	Площадь на 1 хозяйство в десят.	Пшеница.	Джугара.	Просо.	Хлопок.	Люцерна.	Рис.	Дыни.	Проч. культуры.
II	0,2—2,2	1,27	28,8	18,6	14,7	11,1	13,4	3,2	3,8	6,4
III	2,2—5,5	3,48	30,9	19,5	12,6	7,5	10,9	4,9	3,1	10,6
IV	5,5—9.8	7,17	32,8	18,4	11,3	6,6	10,5	7,2	2,5	10,7
V	9,8—	15,23	30,6	15,1	10,6	7,1	12,6	6,9	1,9	15,2

Приведенные данные указывают на большое постоянство в распределении культур. Как в мелких, так и в крупных хозяйствах одинаковые культуры занимают, примерно одну и ту же часть посевной площади, и крупное хозяйство является как бы увеличенной копией мелкого. Под пшеницу отводится от 28,8 до 32,8%, под джугару от 15,1 до 19,5%, под хлопок от 6,6 до 11,1%, под люцерну от 10,5 до 13,4% и т. д. Таким образом, подтверждается, что распределение культур основано на некоторых прочных хозяйственных началах, общих для всех хозяйств.

В районах, обеспеченных водой в течение всего вегетационного периода, урожаи отличаются замечательным постоянством. Вполне проверенных данных по вопросу об урожайности сельско-хозяйственных культур в аму-дарьинском районе, однако, не имеется. Обширные-материалы, собранные специальными статистико-экономическими обследованиями, а также данные из архивов Земельно-Податной Инспекции, основаны обычно на опросных сведениях и являются, поэтому, неизменно и очень значительно преуменьшенными против истинных. В цитированных выше материалах по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе, собранных в 1915 году

[1]) Материалы по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе, стр. 235 и 236.

статистиками Переселенческого Управления, приводятся крайне низкие цифры урожайности. В частности, средние урожаи пшеницы показаны там в 104 пуда на десятину, а хлопка сырца в 58 пудов [1]). Исследования агронома С. К. Кондрашева, произведенные в немногих выборных хозяйствах в низовьях Аму-дарьи, обнаружили среднюю урожайность пшеницы в 143 пуда [2]), при колебании урожая от 102 до 278 пудов (одно показание урожайности в 68,6 пуд. на десятину следует, как случайное, исключить из расчета). Урожайность хлопка, по данным тех же исследований [3]), оказалась равной 135 пуд. с десятины при колебаниях от 100 до 189 пуд.

В нижеследующей таблице приведены данные об урожайности и средней ценности урожая, собранные автором в Низовьях Аму-дарьи в 1913—1917 гг. путем опроса сведующих и заслуживающих доверия лиц. Цены показаны осенние, средние для базаров в Хиве и в Аму-дарьинском Отделе.

Таблица 77. Средняя урожайность главных культур в Низовьях Аму-дарьи и ценность урожая.

Культура.	Урожай в пудах на 1 десят.	Средняя цена в рублях.	Валовая доходность на 1 десят. в рублях.
Пшеница.	120	1,40	168
Просо	100	0,90	90
Люцерна.	600	0,25	150
Джугара	180	0,90	162
Хлопок.	80	4,00	320
Рис	100	2,00	200
Дыни.	4.000 шт.	0,05	200

Эти данные относятся преимущественно к средним и мелким хозяйствам. В крупных хозяйствах, в которых обработка почвы производится с меньшей тщательностью, следует ожидать несколько меньшей урожайности.

---

[1]) Материалы по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе, стр. 235 и 236.

[2]) С. К. Кондрашев: Орошаемое хозяйство и водопользование в Хивинском Оазисе. Москва, 1916, стр. 107.

[3]) С. К. Кондрашев: Там же, стр. 81.

Бюджет хозяйства. Бюджет туземнного хозяйства выражается скромными цифрами. По данным статистико-экономического обследования в б. Аму-дарьинском Отделе, валовой доход хозяйства определяется в 531 руб. для мелких хозяйств и в 664 руб. для более крупных. При разверстке этого дохода на единицу посевной площади и на одного человека, занятого в хозяйстве, выясняются следующие соотношения:

Таблица 78. Доходность хозяйства [1]).

Группа по посеву.	На 1 хозяйство.		Годовой доход на 1 дес.		В 1 хозяйстве имеется:				Годовой доход на 1 человека.	
	Площадь посева в дес.	Годовой доход от земледелия в рублях.	В руб.	В % %.	Членов семьи.	Наемных рабочих.	Всего человек.	Полный годовой доход в рублях.	В руб.	В % %.
II	1,4	286	202	100	5,3	0,2	5,5	531	96	100
III	3,1	400	126	63	7,3	0,6	7,9	644	81	84
IV	5,3	503	95	47	9,3	2,0	11,3	664	59	61

Из приведенных в таблице данных усматривается, что относительно наиболее доходными хозяйствами являются мелкие хозяйства. Так, в хозяйствах IV группы по посеву валовая доходность одной десятины составляет лишь 47% от доходности в хозяйстве II группы. В больших хозяйствах меньший доход приходится также на каждого человека, состоящего в хозяйстве. Так, в хозяйстве IV группы на 1 человека приходится среднего годового дохода 59 руб. против 96 рублей во II группе, или 69%. Меньшая доходность 1 десятины в крупных хозяйствах об'ясняется, как уже было указано выше, меньшей урожайностью земли, а также расходами на наем рабочих. Следует, однако, иметь в виду, что доходы хозяйства не распределяются равномерно между всеми людьми, находящимися в хозяйстве, и что с точки зрения хозяина, получающего значительно большую часть дохода, чем остальные лица, крупное хозяйство оказывается более выгодным, чем мелкое; с точки зрения народно-хозяйственной крупные хозяйства являются, однако, менее производительными, чем мелкие, и в Аму-дарьинском Отделе, где наблюдаются типичные

[1]) Материалы по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе. Ташкент, 1915 г., стр. 177, 154 и 262.

для Туркестана условия хозяйства, главной задачей земельной политики должно быть насаждение и поддержка мелкого хозяйства. Этот вывод имеет чрезвычайно важное значение в разрешении основных задач переселенческой политики в Туркестане.

Расходная часть бюджета хозяйства слагается из показанных в таблице 79 статей.

Таблица 79. Средний годовой расходный бюджет в туземном хозяйстве в Аму-дарьинском Отделе [1]).

Статья расхода.	Средние нормы.	Годовой расход хозяйства в руб.		Примечание.
		II гр. по посеву.	III гр. по посеву.	
1. Пища.	40 р. на 1 чел.	220	316	II группа хозяйства характеризуется следующими цифрами: посевн. пл.—1,4 дес. людей в хозяйстве—5,5 головскота—3,1
2. Корм для скота . .	40 р. на 1 гол.	127	264	
3. Платье, обувь и т. п.	5 р. на 1 чел.	27	39	
4. Учение детей, семейные праздники и случайные расходы	3 р. на 1 чел.	16	24	Для III групп цифры, соответственно, следующие: пос. пл. —3,1 дес. людей —7,9 » гол. скота—6,51 »
5. Освещение и отопление.	16—24 р. на 1 хозяйство.	16	24	
6. Ремонт инвентаря и построек	24—48 р. на 1 хозяйство.	24	48	
7. Ремонт скота . . .	25—50 р. на 1 хозяйство.	25	50	
8. Государствен. налоги, 10% от вал. дохода		53	64	
9. Непредвиден. расходы 5%		24	41	
		532	870	

Приведенные исчисления приходных и расходных статей бюджета не выражают, однако, экономической структуры хозяйства в точности. Приходный бюджет является несколько преуменьшенным в приведенных исчислениях по той причине,

[1]) Составлено с округлением по материалам по обследованию кочевого и оседлого хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе и другим источникам.

что часть доходов, получаемых в хозяйстве натурой, обычно ускользает от учета и в приходе не числится, а остальная часть натуральных доходов показывается иногда по себестоимости; в расходном же бюджете расходы на пищу, платье и ремонт показаны по рыночным ценам, тогда как в действительности большая часть потребностей этого рода удовлетворяется в натуре предметами своего же производства по ценам значительно ниже рыночных. Таким образом, в действительности бюджет хозяйства оказывается несколько более благоприятным.

Нельзя не отметить здесь также того обстоятельства, что в вопросах определения бюджета земледельческого хозяйства среди экономистов наблюдается значительное разногласие. В частности, бюджеты туземных хозяйств в Туркестане определяются разными авторами для одних и тех же районов очень различно и полученные результаты оказываются крайне противоречивыми. Приведенные выше данные о приходном бюджете являются средними для значительного числа показаний, и поэтому, вероятно, более чем какие бы то ни было другие результаты статистико-экономических исчислений выражают истинное положение дела.

Не вдаваясь в излишние подробности вопроса о величине бюджета туземного хозяйства в Аму-дарьинском Отделе, из вышеизложенного представляется возможным сделать следующие заключения. Бюджет туземного хозяйства слагается из определенных статей, точно регламентированных бытом жизни и техникой хозяйства. Валовой доход хозяйства крайне ограничен и для его увеличения, в сколько-нибудь значительных размерах, возможности не имеется, по той причине, что доходы от земледелия доведены до крайнего предела, а доходы от других отраслей деятельности также ограничены, в виду отсутствия в хозяйстве свободной рабочей силы.

Величина доходов едва достаточна для покрытия самых неотложных расходов первой необходимости. Оборотные капиталы совершенно отсутствуют. Техническое оборудование хозяйств составляют простейшие орудия. Весь мертвый инвентарь хозяйства, не считая арбы и чигиря, оценивался во время производства обследования в 22 рубля, а с арбой и чигирем в 89 руб. 62 коп. [1]).

---

[1]) Материалы по обследованию кочевого и оседлого туземного хозяйства и землепользования в Аму-дарьинском Отделе. Ташкент, 1915 г., стр. 339.

В соответствии с инвентарным оборудованием находится также оборудование гидротехническое, которое составляют лишь совершенно необходимые сооружения самого простейшего и дешевого вида. Сколько-нибудь сложные гидротехнические сооружения, в виду их высокой стоимости, оказываются для хозяйства непосильными.

Сравнение доходности туземного хозяйства в Аму-дарьинском Отделе с хозяйством, напр., американского фермера в Импириэль Вэллей, в дельте реки Колорадо, весьма разительно. Почвенные и климатические условия в Импириэль Вэллей и в низовьях Аму-дарьи имеют много общего. Средний валовой доход от земледелия и скотоводства в фермерском хозяйстве определяется в 90 долларов на акр. или около 485 руб. на десятину; средняя площадь засева в хозяйстве составляет 26 акров, или 9,7 десятин. Таким образом, валовой доход среднего хозяйства исчисляется в 4670 руб. [1]). Из сравнения этих двух бюджетов становится понятным, без дальнейших пояснений, почему в Импириэль Вэллей в каждом хозяйстве имеется автомобиль и всякого рода земледельческие машины, а оросительная система оборудована разными сложными и дорогими сооружениями из бетона и стали, тогда как в туземных хозяйствах на Аму-дарье все сельско-хозяйственное и гидротехническое оборудование составляют самые первобытные орудия и сооружения.

Можно-ли в туркестанских условиях создать хозяйство американского, фермерского типа? Можно ли в туркестанском туземном хозяйстве увеличить площадь засева до средних американских норм? Отвлеченно рассуждая такие хозяйства можно создать и они будут приносить доход не меньше дохода фермерского хозяйства. Но остается открытым вопрос о прочности такого хозяйства. Фермерско-хозяйство не долговечно. В той же Импириэль Вэллей, в Калифорнии, вследствие недостаточного удобрения поливной площади, плохой планировки и, вследствие этого, нерациональных поливов, и др. вредных факторов почвы истощаются, развиваются солонцы и т. п. явления и происходит общее ухудшение условий хозяйства.

Если оставить открытым вопрос о возможности создания перманентного хозяйства фермерского типа в туркестанских

---

[1]) Document № 2246. 60 th Congress. Irrigation in Imperial Valley, California. Washington D. C. 1908. pp. 11, 44.

условиях, то все же не подлежит сомнению, нереальность планов насаждения хозяйства такого типа в Туркестане. Фермерское хозяйство построено на капитале. В это хозяйство вложено 3.000—5.000 рублей собственных капиталов и до 10.000 руб. и более долгосрочной ссуды. Кроме того фермер пользуется большим краткосрочным кредитом. У фермера не бывает недостатка в оборотных средствах, (правильнее, не бывало, так как после кризиса 1923 года условия резко изменились).

Если бы американский фермер имел одну только землю, около 10 дес., и воду для ее орошения, то он был бы бессилен использовать рационально то и другое и вероятно через 2—3 года превратил бы свой надел в соленое болото [1]).

Для создания хозяйства фермерского типа в Туркестане необходимы более значительные средства, чем в Америке. У туркестанского земледельца, таких капиталов нет и получить их негде, поэтому вопрос о возможности насаждения таких хозяйств в Туркестане, является нереальным.

Заключение. Оценка туземного земледельческого хозяйства представляет некоторые трудности. С точки зрения европейской, туркестанское туземное хозяйство может показаться мало доходной организацией труда. И действительно, в туземном хозяйстве расходуется огромное и, для западно-европейского масштаба, совершенно необычное количество труда, а в результате этот труд оплачивается в размере совершенно недостаточном.

Такая оценка является, однако, односторонней и, по существу, неправильной.

Организация туземного хозяйства является единственно рациональной, так как переманентность плодородия почвы в туркестанских условиях может быть обеспечена исключительно при применении всех изложенных выше приемов земледелия. Другой, более рациональной организации хозяйства, например, американской, в туркестанских условиях, на глубоких, бесструктурных почвах, вообще быть не может.

---

[1]) Согласно утвержденного Конгрессом Соед-Шт. закона 1925 года, новые земли, орошенные на средства отпущенные правительством, разрешается заселять лицами, имеющими не менее 2000 долларов капиталу.

С незапамятных времен доисторического периода земледельческое население Туркестана направляло весь гений своего ума и творческие силы своих лучших людей на усовершенствование искусства земледелия. Господствовавшие в Туркестане религии, как учение Зороастры и Магомета, признавали земледелие самым благородным занятием, а земледельца—самым почетным человеком в обществе, и даже в настоящее время весь быт туземной жизни и все жизненные интересы населения и его культурные достижения имеют свои корни в земледелии. Успехи земледельческого искусства в Туркестане, вообще, и на Аму-дарье, в частности, поражают своими результатами. Встречающиеся на туземных полях культурные растения, как пшеница, джугара, люцерна, маш (Phaseolus Mungo) и др. являются первоклассными в селекционном отношении сортами: они высоко урожайны, устойчивы, обладают значительным иммунитетом и т. д.; трудно представить себе возможность дальнейшего их улучщения. Туркестанская люцерна славится во всем мире и в Калифорнии, Аргентине и Австралии семена туркестанской люцерны считаются наилучшими [1]) Туркестанские персики, сливы, абрикосы являются также первосортными плодами и свидетельствуют о высоком совершенстве садовой культуры. Совершеннейшим произведением огородного искусства следует признать хивинские дыни, которых имеется десятки разных сортов, различной ароматности, сахаристости и сочности. Сколь исключительны вкусовые достоинства хивинских дынь и сколь древне искусство их выращивания, можно усмотреть из того, что они отправлялись еще в IX веке в Багдад, ко двору халифа. Перевозка производилась на верблюдах, в особых свинцовых сосудах, обложенных снегом и льдом, по караванной дороге через пустыню Кара-кум. Расстояние до Багдада составляет около 2000 верст и путешествие занимало около трех месяцев. Очевидно, что уже тогда, более 1000 лет тому назад хивинские дыни стоили того, чтобы окупить все хлопоты и расходы подобной перевозки, падавшие на каждую дыню в размере 700 диргем, или 126 руб. серебром, по курсу *того времени*.

---

[1]) Семена люцерны экспортировались из Туркестана через Гамбург под маркой «персидская альфальфа».

Изложенные обстоятельства дают основания утверждать, что туземное земледельческое хозяйство покоится на прочных и верных принципах, если оно, несмотря на многие тяжелые испытания, перенесенные в течение продолжительного исторического периода, не только сохранило свою жизненность, но даже проявило в некоторых отраслях хозяйства бесспорный прогресс. Из этого положения следует вывести заключение, что всякого рода нововведения в технике и экономике туземного хозяйства следует производить с чрезвычайной осторожностью, на основании длительных и обстоятельно поставленных опытов, и при полной уверенности в том, что подобные нововведения не вызовут вредных изменений в хозяйстве.