

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

на правах рукописи

АРТИКОВ ОДИЛЖОН АЛИМЖАНОВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛОТКОВ**

Специальность: 5А540101 «Прикладная геодезия»

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание степени магистра

**Работа рассмотрена и
допускается к защите**

Зав. кафедрой

«Геодезия и кадастр»

Б. Назаров

« ___ » _____ 2011г.

Научный руководитель

Доц. Ташпулатов С.А.

ТАШКЕНТ-2011

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ Назаров Б.Р.

«___» _____ 2011 г.

Задание по подготовке и написанию магистерской диссертации

Магистерская диссертация по теме: **Исследование точности геодезических работ при строительстве лотков**

утвержденная приказом ректора института от **03.03. 2010г.**

за номером **2/51** по кафедре **"Геодезия и кадастр"**

за магистрантом **Артиков Одилжон Алимжонович**

научный руководитель **к.т.н. доц. Ташпулатов С.А.**

Ф.И.О., занимаемая должность, ученая степень, ученое звание

Должна быть подготовлена и представлена к предварительной защите на кафедру

"Геодезия и кадастр» 02 июня 2011года.

число, месяц, год

1. В работе будут использованы: Архивные материалы, статьи, ГОСТ 16263-70. Метрологическая аттестация средств измерений, Научно-технический отчет по теме универсальный измерительный комплекс.

результаты экспериментов, стат. данные публикации, труды и т. д.
законодательные и нормативные акты, инструкции и положения

В работе предусматриваются: **Исследование точности геодезических работ при строительстве лотков**

В работе предусматривается изложение следующих групп вопросов:

1-ая группа. Геодезические работы, выполняемые при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации каналов-лотков и коллекторов

2-ая группа. Исследование потребностей строительства каналов-лотков

3-ая группа. Анализ факторов, обуславливающих точность топографо-геодезических измерений при проектировании и строительстве каналов-лотков

Задание выдано _____
дата, месяц, год

Научный руководитель: к. т. н. доц. Ташпулатов С.А.
подпись, Ф. И. О.

Задание приняла магистрант Артиков Одилжон Алимжонович
подпись, Ф. И. О., дата

**ГРАФИК ЗАВЕРШЕНИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ
В ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ВАРИАНТЕ**

Глава I. **Геодезические работы, выполняемые при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации каналов-лотков и коллекторов**
название первой главы в первоначальном варианте

рабочем плане и сроки представления

Глава II. **Исследование потребностей строительства каналов-лотков**
название второй главы в первоначальном варианте

рабочем плане и сроки представления

Глава III. **Анализ факторов, обуславливающих точность топографо-геодезических измерений при проектировании и строительстве каналов-лотков**
название третьей главы в первоначальном варианте

рабочем плане и сроки представления

Предварительная защита на кафедре 2 июня 2011 года
срок, дата, год

Задание выдано	<u>к.т.н. доц. Ташпулатов С.А.</u>	_____	_____
	Научный руководитель	подпись,	дата, месяц, год
	_____	_____	_____
	Консультант	подпись,	дата, месяц, год

Задание приняла	<u>Артиков Одилжон Алимжонович</u>	_____	_____
	Ф. И. О. магистранта,	подпись,	дата

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Глава I. Геодезические работы, выполняемые при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации каналов-лотков и коллекторов

1.1. Применение каналов-лотков для строительства оросительных систем	8
1.2. Современные конструкции для каналов-лотков	9
1.3. Проектирование трасс распределительной, коллекторно-дренажной сети в плане	11
1.4. Перенесение трасс распределенной, коллекторно-дренажной сети в натуру, изыскание трасс	13
1.5. Проектирование продольного профиля канала-лотка, коллектора и дрены	15
1.6. Строительство каналов-лотков	18
1.7. Эксплуатация каналов-лотков и коллекторов	20
Вывод по главе I	22

Глава II. Исследование потребностей строительства каналов-лотков

2.1. О высотной и точности строительства каналов-лотков	24
2.2. Исследование погрешностей изготовления и монтажа каналов-лотков	28
2.3. Анализ погрешностей высотного положения дна каналов-лотков	32
2.4. Анализ погрешностей формы поперечного сечения лотков на эксплуатируемых каналах	38
2.5. Влияние погрешностей изготовления и монтажа на пропускную способность каналов-лотков	43
2.6. Точность проектирования площадей участков и перенесения проектов в натуру	46
Выводы по главе II	49

Глава III. Анализ факторов, обуславливающих точность топографо-геодезических измерений при проектировании и строительстве каналов-лотков

3.1. К вопросу анализа точности формул гидравлических расчетов каналов-лотков	51
3.2. Анализ точности определения коэффициента шероховатости каналов-лотков	53
3.3. Анализ точности определения минимальных, максимальных и критических уклонов каналов-лотков	59

3.4. Анализ точности определения площадей участков при проектировании каналов-лотков.....	64
Выводы по главе III	66
Заключение.....	68
Литература	70

Введение

Водные ресурсы Республики Узбекистана ограничены, поэтому обеспечение водой районов поливного земледелия является основным в программе сельскохозяйственных работ. При этом большое значение приобретает разработка мероприятий, направленных к экономному использованию водных ресурсов и, в частности, к сокращению потерь воды из оросительной сети, одновременно способствующей мелиоративному благополучию орошаемых земель.

С этой целью при освоении новых земель применяется современные средства орошения и осушения виде каналов в бетонной облицовке, каналов-лотков, трубопроводов, закрытых дрен и коллекторов. Одно из ведущих мест при изысканных, проектировании и строительстве этих инженерных сооружений занимает топографо-геодезические работы, требуемая точность которых, обуславливающая качества комплекса работ, остается мало исследованный и недостаточно обоснованной.

По этому целью настоящей диссертационной работой является анализ производимых работ, разработка необходимых точностей и выбор рациональных методов топографо-геодезических работ, выполняемых в стадии изыскания проектирования, строительства и эксплуатации каналов-лотков, коллекторов и дрен.

Новизна применения каналов-лотков в ирригационном строительстве, большая удельная протяженность и решающая влияние её на плановое и высотное расположение других инженерных сооружений водохозяйственного и мелиоративного строительства, заставили автора основной части диссертационной работы посвятить исследованию и разработки вопросов топографо-геодезических работ для строительства и эксплуатации каналов-лотков.

Исследование выполнены применительно к условиям голодной степи, являющийся замечательной школой передового опыта орошения и освоения пустынных земель, который переносится на освоение новых массивов, например: в Каршинской, Джизакской и других степях.

При разработке основных вопросов применялся расчетный, математико-статистический и экспериментальный методы исследований.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

В первой главе на основе ознакомления с производными геодезическими работами крупнейшими в СНГ институтами по проектированию объектов водохозяйственного строительства «Узгипроводхлопоком», «Гипроводхозм», «Узгипроводхозм», САНИИРИ, и др., а также на основе изучения инструктивно-нормативной, научно-справочной литературы дается характеристика применения каналов-лотков, краткое содержание топографо-геодезических работ,

выполняемых для целей строительства и эксплуатации каналов-лотков и коллекторов и делается вывод о необходимости исследований, являющихся содержанием последующих глав диссертации.

Вторая глава посвящена анализу точности разбивочных и монтажных работ, обуславливающих качества строительства каналов-лотков. При этом расчетной величины погрешности в плановом и высотном положении каналов-лотков, основанные на конструктивных допусках, сравниваются со значениями погрешности, полученных статистической обработкой производственных материалов и измерений, выполненных автором. Приводится анализ влияния этих погрешностей на эксплуатационные свойства каналов-лотков, даются рекомендации по организации строительства, производству исполнительных съёмок и приемке в эксплуатацию. На основе исследований профессор А.В.Гордеева, профессор А.В.Маслова сделан анализ точности перенесения проектов в натуру.

Третья глава посвящена анализу факторов, влияющих на установление масштаба и высоты сечения рельефа и обуславливающих необходимую точность геодезических измерений в связи со строительством каналов-лотков, при этом на основе современной теории погрешностей коррелированных измерений, описанной в работах профессор Ю.В.Камница, профессор В.Д.Большакова и др., сделан анализ точности формул гидравлических расчетов и расчетных расходов каналов-лотков.

По этому для получения эмпирических формул, описывающих процесс осадки и пригодных для прогнозирования осадок исследуемых сооружений использованы данные многочисленных экспериментальных исследований и измерений, выполненные автором и обработанные с применением прикладных методов теории случайных функций. При написании этой главы автор руководствовался научными разработками Х.А.Аскарова, П.И.Брайта, В.Ф.Булаевского, А.А.Глаездь, А.Н.Гритчина, Ю.В.Кемница, А.А.Ничипаровича, В.И.Неславского, Г.О.Хорст и др.

В заключении подведены итоги теоретических и экспериментальных исследований и даны основные выводы и предложения, вытекающие из работ.

Автор надеется что эти предложения найдут практическое применения при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации современных гидротехнических сооружений.

ГЛАВА I. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ, ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛОВ – ЛОТКОВ И КОЛЛЕКТОРОВ

1.1. Применение каналов-лотков для строительства оросительных систем

Общая протяженность разветвлённой оросительной сети по Республики превышает 320 тыс.км и по ним ежегодно поступает 90-120 млрд.кубометров воды из которых более 50% теряется на фильтрацию. [43]Только в ирригационных системах Узбекской Республики эти потери ценнейшей оросительной воды составляют более 16 млрд. кубометров. Такие большие потери вызывают подъем уровня грунтовых вод засоление и заболачивание орошенных земель, приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. По этому в настоящее время, в целях экономии оросительной воды, проектируют различные варианты устройства внутривозвращенной оросительной сети: каналы в бетонной облицовке, каналы-лотки, трубы, каналы в зеленом русле с применением различных противофильтрационных средств.

Оросительная сеть, состоящая из труб сокращает до мин. потери воды, уменьшает площадь отчуждения земель под оросительную сеть, создает благоприятные условия для использования сельскохозяйственных машин, но требуют значительных капитальных вложений в строительстве. Очистка насосов здесь затруднена. Облицованные сборными железобетонными плитами каналы значительно дороже каналов-лотков которые находят все большее применение.

Применение каналов-лотков позволяет:

1. Свести к минимуму или полностью исключить потерю воды на фильтрацию;
2. Иметь КПД оросительной системы не менее 0,8-0,9;
3. Устранить размывание, заиливание и зарастание оросительных каналов;
4. Вести строительство в условиях пересеченного рельефа местности – на участках трассы канала, проходящей в насыпи, со скальными грунтами, на косогорных участках с осыпным грунтом, с оползненными и просадочными грунтами;
5. Более правильно, по сравнению земляными облицованными и необлицованными каналами, размещать распределительную сеть в плане, с получением нужных уклонов оросительной сети и созданием нужного свободного напора;

6. Значительно ускорить темпы и возможность механизировать и индустриализировать изготовление и монтаж каналов-лотков, что очень важно в безводной пустыне;
7. Значительно (на 5-7%) увеличить коэффициент земельного использования (КЗИ);
8. Обеспечить более равномерный и высоко производительный полив с забором воды из лотков сифонами и специальными водовыпусками в гибкие трубопроводы;
9. Перейти в следующем автоматизации и дистанционному к регулированию расходов и горизонтов воды в оборудованных и оросительных сети.

Эксплуатация оросительных систем более проста и совершенна, чем другие системы снижает на 20% капитальные и на 40% эксплуатационные расходы.

По условиям рельефа местности область применения каналов-лотков практически неограниченна и оно возможно при уклонах

$$I \leq 0.01 \quad (1.1)$$

В зависимости от назначения распределительных каналов каналы-лотки наиболее целесообразно применять в условиях рельефа когда распределитель имеет уклон

$$0.0008 \leq i \leq 0.002 \quad (1.2)$$

Скорость движения воды в каналах-лотках можно допустить от 0,3 до 5 м сек. При расходах каналов 0,1 до 10 м³ /сек. все звенья распределительной сети можно строить в виде каналов-лотков. В мировом ирригационном строительстве каналы-лотки применяются 1950 года и получили широкое распространение в Алжире, Марокко, Тунисе, Италии, Франции и др. странах для пропуска расходов воды до 10 м³ /сек (117-120) [11]

Несмотря на малую удельную стоимость инженерно-геодезических работ, нормальное функционирование новых средств орошения все цело зависит от правильно обоснованных точностей этих работ.

1.2. Современные конструкции для каналов-лотков

Оросительные канал представляет собой лоток параболического сечения (рис.1,1). Состоящий из отдельных сборных железобетонных звеньев, длиной 6-8 м., уложенных в зависимости от рельефа местности на опоры или на грунт.

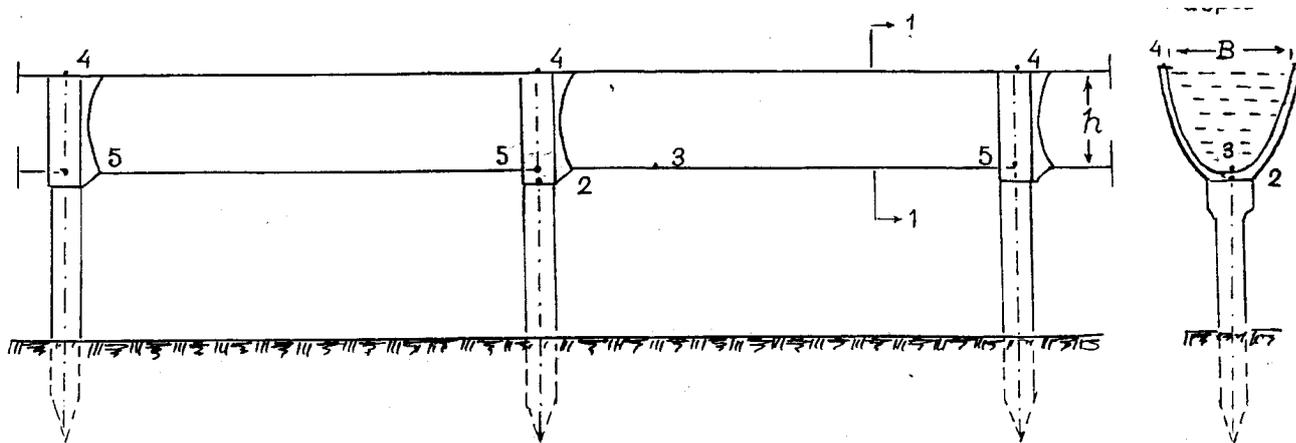


Рис. 1.1

В типовых проектах разработаны конструкции раструбных лотков со строительной глубиной 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 и 120 см., в двух вариантах – напряженного и ненапряженного железобетона. Очертание внутренней и внешней поверхности лотка и внутренней поверхности раструба соответствует параболе с уравнением

$$X^2 = 2py \quad (1.3)$$

Параметр парабол P характеризуется следующими показателями

У лотков глубиной	От 40 до 80 см	До 120 см
Для внутренней поверхности лотка	0,25	0,35
Для внешней поверхности лотка	0,225	0,376
Для внутренней поверхности раструба	0,225	0,387

Толщина стенок, в зависимости от глубины лотков принята от 5 до 7,5 см. следует отметить, что к настоящему времени разработаны и осваиваются производством рациональные и изготовлении лотки с очертанием внутренней поверхности, соответствующим кубической параболе [8]

Опоры запроектированы в двух вариантах: свайные и стоечные с фундаментами стаканного типа. Сваи приняты двух сечений: 20x20 см для лотков глубиной от 40 до 80 см и 25x25 см для лотков глубиной 90-120 см. длина свай – от 3 до 7 м. стойки замоноличиваются в фундаментах стаканного типа. Размеры фундаментов 60x120 см, 90-120 см для лотков глубиной соответственно от 40 до 80 см, 90x150 см, 120x120 см для лотков глубиной 90-120 см.

Высота стаканов в фундаментах:

25 см – под опоры высотой до 2 м;

35 см – под опоры высотой более 2,5 м.

Высота стоечных опор от 1 до 5 м. а у проектируемых в настоящее время институтом «Узгипроводхлопок» принята:

0,75; 1,25; 1,75 м для лотков ЛР – 60 и ЛР – 80,

0,65; 1,15; 1,65 ЛР – 100.

(1.4)

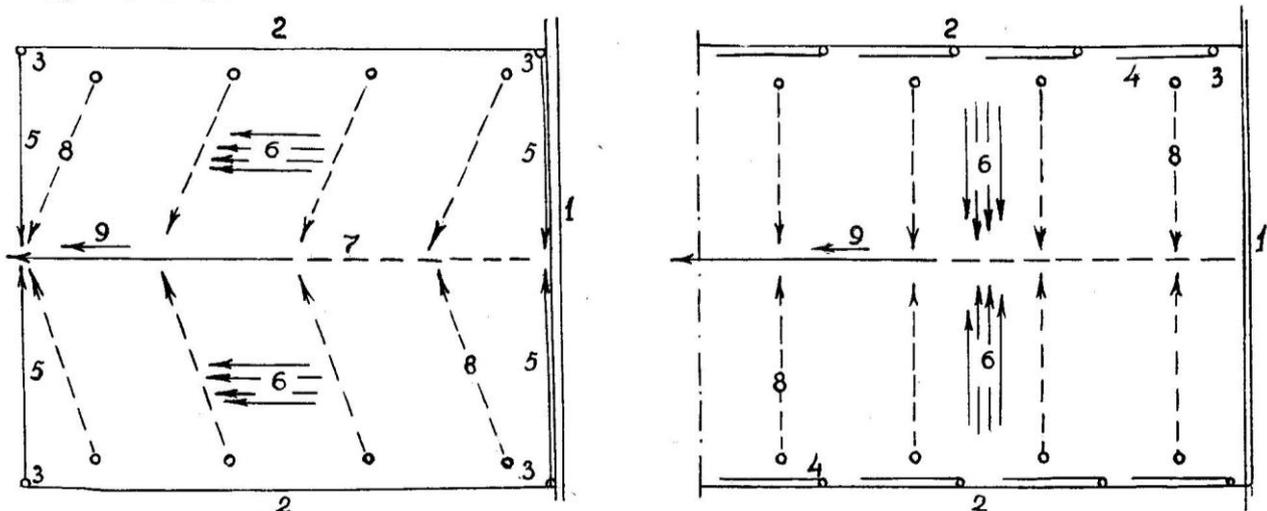
Для лотков, уложенных в грунт, применяются плиты размером 45*60 см, 60*90 см. Перед укладкой лотков на опоры предусматривается подливка цементного раствора на поверхность свай и стоечных опор. Специальное крепление раструба лотка к опоре не производится. Для водонепроницаемости шва в раструб лотка укладывается валик из упругой резины толщиной 2 см для лотков глубиной 80 см и 2,5 см – для лотков глубиной 90-120 см.

Для выпуска воды в переносные трубопроводы в отдельных лотках при изготовлении предусматриваются водовыпуски и при монтаже расстояние между ними принимают равными 60 и 120 м. для соединения лотков на поворотах применяется специальные металлические или железобетонные колодцы прямоугольного сечения. При пересечении лотков с дорогой пропуск воды под дорогой осуществляется по средством трубчатых переездов.

1.3. Проектирование трасс распределительной, коллекторно-дренажной сети в плане

В соответствии с «Основными положениями» [27] во всех массивах осваиваемых целинных земель хлопководческие совхозы проектируются площадью 5-6 тыс. гектаров пашни нетто. Границы землепользований совхозов взаимно увязываются с размещением ирригационной, коллекторно-дренажной сети с целью обеспечения максимальной компактности территории совхозов и орошения их земель из минимального количества каналов подводящей сети. При этом, основываясь на известных параметрах хозяйственного задания, по карте масштаба 1:25000 и 1:50000 устанавливают пункты вода забора из межхозяйственного канала. Разрабатывают схему расположения распределительной и дорожной сети в нескольких вариантах, применительно к рельефным условиям исходя из условий командования фермерско-хозяйственных распределителей и рекомендации [27] устанавливает размеры (1,5-2 тыс.га) и количество (3-4) агропроизводственных участков в совхозе. В агропроизводственном участке территория разбивается на севооборотные массивы, которые в последующем делят таким образом, чтобы расстояния между участковыми распределителями были до 800 000м при двухстороннем командовании и до 400-500 м. при одностороннем. Длина участка принимается не более 2,5 км, а площадь 180-250 га.

Проектирование распределительной коллекторно-дренажной сети ведется по карте масштаба 1:10000 с высотой сечения рельефа через 1 м определяющим фактором в их плановом расположении является средний уклон местности, водопроницаемость почв и глубина залегания уровня грунтовых вод. В зависимости от расположении распределителей при проектировании предусматривают (см рис.1.2)



а) Продольная схема

б) Поперечная схема

Рис.1.2

1-Распределитель. 2- лотковый распределитель. 3-водовыпускные сооружения. 4-короткий переносной шланг. 5-ороситель в земляном русле. 6-направления поливных борозд. 7-коллектор. 8-дрена. 9-основной уклон местности.

а) продольную (по отношению к каналу лотку) схему полива в направлении наибольшего уклона местности; подача воды в поливные борозды производится с помощью длинных (до 400 м) поливных трубопроводов.

б) поперечную (в перпендикулярном каналу лотку направлении); подача воды в поливные борозды производится с помощью поливных (до 50 м) трубопроводов. Этот способ полива применяется при уклонах местности от 0,002 до 0,02.

Во всех случаях проектирования сети в плане исходит из условий:

- 1) обеспечения прямоугольной форме полей участков полива и обработки;
- 2) наименьшее протяженности сети;
- 3) размещения последнего звена постоянно действующей распределительной сети – участков распределителей по наибольшему уклону местности; это позволяет сократить поперечное сечение, а следовательно и стоимости строительства самого массового звена – сети.

Размещение коллекторно - дренажной сети в плане производят в увязке с оросительной сетью и организацией территории. Внутри совхозной коллекторы располагают между участковыми распределителями, также на расстоянии 800-1000 м в направлении по уклону. Схема расположения дренажной сети зависит от уклона местности i при:

$i < 0,001$ -по схеме «ёлочка» (рис. 1.2-а);

$i = 0,001 - 0,002$ – по схеме «решетка» (рис.1.2-б);

$i > 0,002$ – и коллекторах глубиной с выше 4,5 м принимается схема гребенка.

[23]

Расстояние между дренами исходя из условия поддержания уровня грунтовых вод на глубине не менее 3,2 м принято 150-250 метров.

Дорожная сеть соединяющая производственно-хозяйственные центры (ПХЦ) и животноводческие фермы с усадьбой совхоза, в большинстве случаев проектируются перпендикулярно в трассах участковых распределителей. В последующим, топографическую основу масштаба 1:10000, с запроектированными трассами инженерных сооружений, в целях удобства пользования ею, уменьшают до масштаба 1:25000 и на ней решают основные вопросы внутрихозяйственного землеустройства .[10]

В плане трассы лотковой распределительной, коллекторно-дренажной и дорожной сети образуют взаимосвязанную между собой геометрическими и числовыми зависимостями единую систему. Эта система в большинстве случаев состоит из прямоугольников со сторонами 800*2000, 400*1000 м. имения.

Изменения размеров одного из элементов системы влечет за собой изменения формы всей системы т.е. вызывает нарушение композиции. Эта система создается значительными затратами средств (при ограничениях расстояниях между трассами, площадей участков, при проектировании поливных участков плоскостью, искусственном создании поверхности участка для двух стороннего командования одного оросителя и т. д) и является раз навсегда установленной границами полей севооборотов, севооборотных массивов и хозяйств.

Оптимальность и точность расположения в натуре построенных сооружений, составляющих эту систему (как в плане, так и по высоте), обусловлены точностью используемых топографо-геодезических данных во всех стадиях проектирования этих сооружений, которые в свою очередь остаются мало исследованными и недостаточно обоснованными на современном этапе гидромелиоративного строительства.

В связи с этим возникает вопросы, обоснования точности и выбора методов получения топографо-геодезических данных, вытекающие из специфического характера их использования в различных стадиях проектирования.

1.4. Перенесение трасс распределенной, коллекторно-дренажной сети в натуру, изыскание трасс

Для перенесения с проектирования трасс распределительной и коллекторной сети в натуру по карте масштаба 1:10000 графически определяют координаты вершин проектного теодолитного хода – намеченного, чаще всего, по трассе внутри хозяйственных распределителей (на рис. 1.3. ходы 1, 2,17, 18)

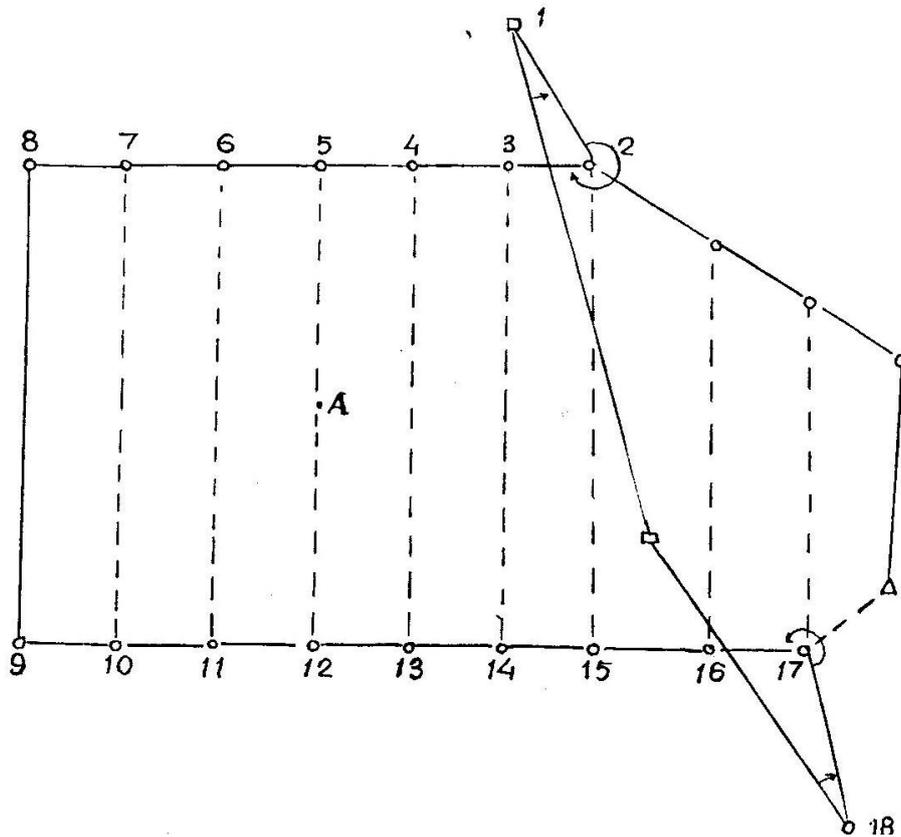


Рис.1.3

Решая по координатам обратные геодезические задачи получает длины сторон значение дирекционных углов и по ним углы между сторонами хода. Проекты в натуру переносят угломерным методом. Начало и конец трассы участковых, внутрихозяйственных распределителей, а также коллекторной сети закрепляют кольями. Все вынужденные изменения в проекте, допущенные при перенесении проектного хода в натуру заносят в исполнительный чертеж. Допустимая относительно линейная невязка в ходе принята 1:1000. Перенесение проектов дренажной сети в натуру производят методом промеров используя в качестве опоры теодолитных ходов.

Перенесенные в натуру вершины участков (см рис 1.2, 1.3) образуют свою образную строительную сетку – прямоугольники со сторонами 150x400 (дрены); 400x1000 м (распределители и дороги) и 800x2000 м (распределители). Специфический характер размещения на местности точек вершин участков, образуемых трассами требует правильного использования пунктов планового геодезического обоснования крупномасштабных съемок, создаваемого целинных землях.

Изыскания трасс производиться предварительно или одновременно с перенесением их в натуру.

При отсутствии материалов полевых изысканий и в зависимости от наличия планов крупномасштабных съемок масштаба 1:2000, 1:5000 и редко 1:10000 изыскания трасс производит камеральное, т.е. отметки пикетных точек

определяют интерполированием горизонтали плана. По отметкам точек, определенным интерполированием горизонталей (а при отсутствии таковых, по результатам технического нивелирования), составляет продольные профили в масштабе: горизонтальный 1:5000 и вертикальный 1:100.

Зависимые по точности от масштаба плана и высоты сечения рельефа высотные данные полученные интерполированием горизонтали на плане позволяют производить проектирование не зависимо от полевых изысканий, имеющих сезонный характер. В этом случае перенесение проектов в натуру осуществляется в процессе строительства. При этом отпадает необходимость в восстановлении пунктов планового и высотного обоснования для перенесение проектов, часто утерянных из-за значительного промежутка времени между полевыми изысканиями, проектированием и строительством. Реализация запроектированного уклона канала-лотка в процессе его строительства ставит своеобразное требование о соответствии высотной точности проектирования и перенесения проекта в натуру. Создание съемочного (планового и высотного) обоснования, с учетом характера использования его в стадии перенесения при этом современных геодезической техники и обоснованных по точности методов перенесения проекта.

1.5. Проектирование продольного профиля канала-лотка, коллектора и дрены

в стадии составления рабочих чертежей на продольном профиле трассы производит проектирование уклонов каналов-лотков. При этом параллельно линии осредненного уклона местности отмечаются проектные горизонты воды и точки вывода всех временных оросителей. Проектные горизонты воды назначаются, исходя из условия командования участкового распределителя над всей орошаемой территорией. Величины повышений – h_n этих горизонтов над поверхностью земли зависят от применяемых способов полива и определяются на основе формулы. [18]

$$h_n = h_{2B} - H_3$$

Где h_{2B} - проектная отметка горизонта воды в лотке,
 H_3 - отметка земли.

При проектировании уклонов каналов-лотков руководствуются в данными табл.1.1

Таблица 1.1.

№	Глубина в см		Уклон дна			Коэффициент шероховатости	Расход в м./сек.		
	Строительная h_c	Наполнения h_H	i_{\min}	i_{\max}	$i_{\text{критич.}}$		Q_{\min}	Q_{\max}	$Q_{\text{критич}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	60	50	0,00065	0,003	0,0045	0,014	0,20	0,40	0,52
2	70	60	0,00075	0,003	0,0049	0,014	0,30	0,60	0,76
3	80	70	0,00075	0,003	0,0050	0,014	0,40	0,80	1,04
4	90	80	0,00080	0,003	0,00405	0,014	0,80	1,55	1,8
5	100	90	0,00080	0,003	0,0041	0,014	1,00	2,00	2,28
6	120	105	0,00080	0,003	0,0042	0,014	1,40	2,65	3,05

Если вычисляемый уклон $i_{\min} > I > i_{\text{критич}}$, то положение проектной линии горизонта воды изменяют до получения допустимого уклона. Определив допустимый уклон и зная расчетные расходы Q воды для полива подвешенной площади, определяют глубину наполнения h_H канала-лотка по одному из исследуемых способов: по номограммам, составленным на основе формулы равномерного движения воды; по приближенной формуле предложенной Мухамеджановым Ф.Ш; по линейке инженера В.Ф.Пояркова для гидравлического расчета каналов – лотков и труб. Глубина направления воды в канале-лотке не должна быть менее критической величины [42], вычисляемой по формуле

$$h_{кр} = 0,8 \sqrt[4]{\frac{\alpha \cdot 0^2}{q \cdot p}} \quad (1.6)$$

Где $\alpha = 1,09-1,15$ – коэффициент учитывающий влияние неравномерности распределения скоростей по живому сечению (1.7)

$q = 0,81 \text{ м}^3/\text{сек}^2$ – ускорения силы тяжести (1.8)

Определение глубины наполнения для каждого отдельного отрезка распределителя, подбирают поперечное сечение соблюдением условия

$$h_c - h_H \geq \Delta h_{см} \quad (1.9)$$

Величина Δh принимается:

Для $40 \leq h_c \leq 100$ см не менее 10 см

Для $h_c \leq 120$ см не менее 15 см

Для удобства эксплуатации, при выборе сечения каналов-лотков участковые распределители в хозяйстве принимают одного стандартного сечения, а при расхождении площадей полей севооборотов 15% допускается иметь в хозяйстве 2 или 3 стандартных сечения.

Установив проектное положение горизонта воды на продольном профиле и подобрав тип лотка, вычисляют отметки верха и дна лотка. Высоты стоек подбирают в зависимости от профиля распределителя, исходя из заглубления опорной плиты не менее 0,5 м т.е ниже уровня промерзания грунтов. Если проектируемая высота дна лотка не менее 0,2 м от поверхности земли, то при строительстве предусматривают траншею соответствующей глубины шириной дна, равной 3 м.

Окончив проектирование участковых распределителей, приступают к проектированию внутри хозяйственных и хозяйственных распределителей и назначают горизонты воды в них на 5 см выше, чем у младших каналов.

При проектировании каналов-лотков старшего порядка, в зависимости от уклона местности и от расхода воды возможно применение максимальных и критических уклонов (табл. 1.1).

При больших уклонах дополнительно на каналах-лотках проектируют сооружение для гашения энергии потока в виде перепадов и тарированных колодцев, при резком изменении уклонов учитывает появление кривых спада и подпора и предусматривают переходные участки.

На продольном профиле канала-лотка приводят таблицы гидравлических элементов, ведомость сооружений и ведомость объемов работ, а также поперечные сечения лотков, количество необходимых стандартных опор.

Проектирование продольного профиля коллекторно-дренажной сети ведется согласно указаниям. [23] Уклоны открытых коллекторов принимают не менее 0,0008. Отметки устья запроектированной дрены назначают на 30 см выше горизонта воды в открытом коллекторе, а при закрытом коллекторе эта величина принимается не менее 10 см. [30]

При известном значении расчетных расходов, гидравлические расчет коллекторов и дрен ведется с помощью линейки В.Ф.Пояркова. Осредненные площади поперечного сечения коллекторов и дрен по смежным пикетам трассы используется для подсчета объемов земляных работ.

Конкретизируя выше указанное, можно сделать вывод что в стадии составления рабочих чертежей топографо-геодезические данные используются при выполнении следующих видов работ:

1. Проектировании уклонов дна гидромелиоративных сооружений на основе гидравлических расчетов;
2. Вычислении объемов земельных работ по трассам сооружения (рытью и засыпка котлованов и траншей под опорой лотков, коллекторов дрен);

3. Под боре высоты и количества стоек опор, глубины наполнения, строительной глубины и надводной части бортов лотка и др.;
4. Размещение по высоте системы трасс сооружений с обеспечением условий их взаимного командования;
5. Определение площадей подвешенных и дренируемых участков для вычисления расчетных расходов сооружений и подбора их пропускной способности.

Точность расчетов при выполнении этих работ всецело зависит от точности плановых и высотных геодезических данных, которые в свою очередь, обусловленный методом их получения, высотой сечения и масштабом применяемых планов. Объективные критерии точности выполнения перечисленных работ применительно к проектированию каналов-лотков в литературе отсутствуют, а в точность выполняемых работ недостаточно обоснованно. По этому возникает необходимость научного обоснования выбора высоты сечения рельефа, масштаба топографической основы и точности нивелирования для проектирования и перенесения трасс каналов-лотков в натуру..

1.6. Строительство каналов-лотков

Строительство каналов – лотков начинают от старшего распределителя, при этом выполняют следующие виды работ:

- а) разбивку или восстановление трассы;
- б) раскладывание элементов лотка вдоль трассы;
- в) установку опор;
- г) монтаж лотков.

Отыскав или восстановив точки (3, 14; 4, 13; 5,12; и др. на рис 1.3) поворотов трассы и в случае необходимости произведя планировку бульдозером, провешивают линии. Для передачи отметок создают рабочий нивелирный ход между временными реперами, установленными в начале и в конце распределителя. Определив мерным прибором положение центров будущих опор, на каждом кольшке подписывают проектную отметку верха опоры, а при применении свайных опор на сваю наносят черту для контролю глубины погружения. Укладывая фундамент на подготовленном основании на его (стакан), устанавливают стоечную опору, после центрирования и закрепления ее клиньями определяют отметку верха. Установка опор при строительстве каналов-лотков является одной из ответственных операций, на которую падает до 30 % стоимости всех монтажных работ, а при применении свайных опор эти затраты сокращаются до 20 % и становится возможным полная механизация монтажных работ. Однако отметим, что они применяются только в грунтах, позволяющих забивку свай.

После установки опор укладка лотков осуществляется с помощью кранов. На монтажной работы установлены допуски [7], приведенные в табл. 1.2

Таблица 1.2.

№	Виды отклонения	Отклонение от проектного, мм	
		Допускаемое	Ср. кв. оц. m_i
1	2	3	4
1	Расстояние между осями свай и стоек	5	2,5
2	Отметка верха сваи или опоры	10	5
3	Вертикальность сваи или опоры	10	0,05
4	Отклонение сваи или опоры от оси трассы	20	10

С целью удобства расчетов в последующих ссылках обозначим ошибки m_i графы 4 табл. 1.2 индексами i графы 1.

Определение количества установки опор перед монтажом допускается [7] не более чем на 10-15 лотков или на 80-120 метров. Такое ограничение вызвано совместным действием ошибок линейных измерений, изготовления и монтажа лотков и делает зависимой работу специализированных звеньев при поточном способе строительства. Поэтому не редки случаи нарушения указаний [38], которые приводят строителей к несоблюдению размеров проектных температурных швов между лотками или к укорачиванию лотка стандартной длины до требуемых размеров. Тоже наблюдается и в отношении соответствия количества и высот, запроектированных и требуемых стандартных опор, что является результатом недостаточной точности высотной основы, неправильного перенесения уклона два канала-лотка в натуру и ошибок исходных геодезических данных. При этом встречаются случаи, когда запроектированная высота оказывается меньшей, чем имеется, что ведет к укорачиванию стойки: или большей, что вызывает необходимость заказывать новые опоры нужной высоты и требуемого количества.

Все вынужденные изменения в проекте в процессе строительства требуют дополнительных затрат сил, средств и времени. Качество строительства обуславливает эксплуатационные свойства каналов-лотков, а, следовательно, и эффективность капиталовложений.

Общее представление о сумме потерь затрат за счет погрешностей строительства можно получить, проделав несложный расчет. Лоток, установленный с наибольшей ошибкой Δh_c , препятствует предельному наполнению канала на участке уклона или на всем протяжении канала. При удельной стоимости $\Delta h_c - S_i$ с/м. от стоимости каждого лотка с $\Delta h_c - S_i$ с/м. потери затрат S_i руб. За счет погрешности строительства канала, смонтированного из n_1 звеньев лотков, составит:

$$S_1 = \Delta S \cdot n_1 = \frac{\Delta h_c \cdot S_i n_1}{h_c} \text{ с/м} \quad (1.10)$$

Для оценки лотка строительства канала-лотка производят исполнительную съемку через каждые 50 м одной из точек (2, 3, 4 рис. 1.1): верха опоры дна лотка, верха лотка, в зависимости от удобства нивелирования. Однако результаты этой съемки будут не равнозначными и недостаточными характеристиками высотной точности строительства, в следствие различной величины погрешностей изготовления монтажа в этих точках. По этому, исходя из необходимости обоснования целесообразного варианта производство исполнительной съемки, в необходимо сделать анализ погрешности высотном положении дна и верха каждого лотка.

Техническими условиями [38] предусмотрено допускаемое отклонение от меток точек от проектных в пределах 1-2 см, не зависимо от конструкции, протяженности и места строительства канала лотка.

Просмотренные автором результаты исполнительных съемок более 300 каналов-лотков в сырдаринском области «Главголодстепстроя» показывают, что отклонения от меток проектных находятся в пределах допуска, в тоже время результаты контрольных съемок произведенных институтом «Узгипроводхлопок» свидетельствуют о нарушении предусмотренных допусков. По этому исследование погрешностей строительных каналов-лотков выявление причин, обуславливающих качество строительства, позволит установить необходимую точность выполнения геодезических работ, правильно организовать работу строителей повысить производительность их труда, разработать более объективные критерии приемки к эксплуатации каналов-лотков и учесть влияние погрешности геодезических измерений, проектирования и изготовления каналов-лотков на их эксплуатационные свойства. Эти вопросы рассматривается во 2 главе диссертации.

1.7. Эксплуатация каналов-лотков и коллекторов

Перед задачей каналов-лотков в эксплуатации пропускают воду по всем распределителям. Каналы должны пропускать максимальный, предусмотренный в рабочих чертежах расход, при этом отклонение проектной величины бортов лотка над поверхностью воды может быть в пределах 20 мм.

При приемке готовых каналов-лотков в эксплуатацию, в отличие от рекомендации [6] (полностью или выборочно, но не менее 5 % от общей длины канала-лотка), производят нивелирование всех характерных точек (точек изменений уклона, сооружений). [7] Этим заканчивается выполнение геодезических измерений в общем комплексе работ по строительству каналов-лотков, та как «Указаниями» [40] не предусматривается проведение инструментальных наблюдений за осадкой из опор период эксплуатации.

Между тем, практика эксплуатации каналов-лотков, построенных на просадочных грунтах, показывают малую эффективность мероприятий по ликвидации просадочных свойств грунтов. [31] Наблюдается не равномерная осадка опор каналов-лотков и значительное отличие величины фактических осадок от расчетных как опор каналов-лотков, так и основании других гидротехнических сооружений. Но так как основная часть орошаемых земель и территория, предназначенная под гидротехническое строительство Узбекистан находится в районах распространения лессовых просадочных грунтах, то и следование осадок таких сооружений геодезическими методами приобретает особое значение. Они позволяют выявить и качественно оценить различные развивающиеся процессы деформации гидротехнических сооружениях период их эксплуатации и учесть установленные их величины при проектирование сооружений в аналогичных грунтовых условиях.

Основаниям для расчета прогнозируемой величины осадок опор каналов-лотков служат результаты лабораторных исследований просадочных свойств грунта. Сравнивая их с результатами натурных наблюдений осадок не многочисленного количество опор, делают вывод о возможной величине осадок опор каналов-лотков. Однако имитировать в лабораторных исследованиях грунтовых условиях и условиях работы опор каналов-лотков трудно, по этому полученная величина осадок, характерная для одних условий, оказывается мало пригодные для других, в следствии случайного стохастического характера протекания осадок опор различных лотков. Возможным способом, позволяющим судить по величине осадок опор лотков и техническом состоянии ложа русла каналов-лотков в период их эксплуатации, является результаты геодезических наблюдений.

Проведение наблюдений за осадкой опор каналов-лотков в различных грунтовых условиях в сочетании с правильной математико-статистической обработкой результатов этих наблюдений позволяет уточнить фактические величины осадок и расчетные формулы прогнозирования, а также сделать некоторые рекомендации эксплуатационного характера.

В процессе эксплуатации коллекторов и земляных каналов происходит постепенное поднятие дна, одной из главных причин которого является разрушения откосов. При этом грунт, подвергаясь давлению со стороны фильтрационного потока, изменяет значение коэффициентов внутреннего трения и сцепления и переходит из пластичного состояния в текущие, теряя устойчивость. Так как коллекторная сеть массива осушение связано между собой по высоте, то для поддержания её на одном проектном уровне необходимо чистка коллектора через каждые два – три года, требующая больших затрат средств. Для получения необходимых данных по очистки коллектора производиться систематически нивелировки, при этом продольное нивелирования ведут

одновременно с поперечным. По результатам нивелирования составляют продольный профиль в горизонтальном масштабе 1:5000, вертикальном 1:100 и поперечники – в масштабе 1:100. Восстановив на поперечном профиле проектное сечение коллектора, по осредненным значениям площадей срезов для смежных сечений пикетажа, посчитывают объем земляных работ, точность определения которых зависит от точности геодезических данных.

Исследование геодезическими методами самого процесса заполнения дна коллектора грунтом позволяет устанавливать закономерности его протекания, может внести корректировку в предусматриваемые сроки очистки, которые независимо от различных грунтовых условий производятся через 2-3 года. Поэтому исследование динамических процессов деформации гидротехнических сооружений в период их эксплуатации является важной научной задачей.

Выводы по главе 1

1. Проектирование трасс гидромелиоративных сооружений в плане соответствии с условиями предъявляемыми к их расположению, ставит специфические требования к плановой и высотной точности топографической основой, используемой в этой стадии. Эти требования связаны с выбором масштаба основы и высоты сечения рельефа, нуждающимся в теоретическом обосновании.

2. Своеобразная строительная сетка в натуре, образуемая трассами гидромелиоративных сооружений свидетельствует о возможности создания пунктов специальной опорной сети, используемой при перенесении проекта в натуре. Реализация за проектированного уклона канала-лотка в процессе его строительства ставит требование о соответствии высотной точности проектирования и перенесения проектов в натуре, уточняемое в результате анализа точности гидравлических расчетов.

3. Качества проектирования продольного профиля гидромелиоративных сооружений зависит от точности используемых высотных данных обусловленных высотой сечения рельефа, масштабом топографической основы и классом нивелирования, выбор которых требует обоснования, связанного с анализом точности гидравлических и инженерных расчетов.

4. Совместные действия ошибок высотной основы, линейных измерений, изготовления и монтажа лотков обуславливают качества строительства каналов-лотков. Влияние величины каждой из ошибок должно быть выявлено в результате отдельного их исследования, сопоставления с допустимыми и уменьшено при соблюдении соответствующих рекомендаций, разрабатываемых на этой основе.

5. Осадка опор каналов-лотков и других гидротехнических сооружений, а также заполнение грунтом дна коллекторов на просадочных грунтах могут быть выявлены по результатам геодезических наблюдений за ними и изучены

средствами математической статистики, в результате чего становится возможным установить фактическую их величину, уточнить расчетные формулы их прогнозирования и сделать некоторые рекомендации эксплуатационного характера.

ГЛАВА II. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ СРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛОВ – ЛОТКОВ

2.1. О высотной и плановой точности строительства каналов-лотков

Уточнение степени соответствия величины нормативного допуска техническому уровню современного производства требует сопоставления расчетной величины и экспериментальной погрешности в высотном плановом положении дна каналов-лотков зависит от ошибок : – m_2 геодезических измерений при перенесении проекта в натуру : m_M - изготовления и монтажа элементов лотка, т.д.

$$m^2 = m_2^2 + m_M^2 \quad (\text{II.1})$$

а. Ошибка m_2 - в отметке дна котлована для опоры лотка состоит из ошибок: $m_n = 21$ мм – нивелирного хода технической точности, полученной для пикета в точке А на рис.1.3. после его увязки; $m_{cm} = 5$ мм – на станции; $m_\phi = 5$ мм – фиксирования проектной точки, поэтому

$$m_2 = \sqrt{21^2 + 5^2 + 5^2} = 22\text{м} \quad (\text{II.2})$$

б. Ошибку m_M можно предрассчитать по отклонениям, допускаемым при изготовлении и монтаже лотков, приведенным в табл.1.2. и в табл.II.1. заимствованной из.

Данные графы 5 табл.11.1. в дальнейшем обозначаемые ошибками m с индексами i графы 2, получены при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ по данным графы 4.

В соответствии с изложенным, используя значения m_1 (табл. 1.2.) m_2 , m_3 , по формуле

$$m = [m_i^2]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{II.3})$$

Элемент	№ № п / п	Размеры элемента	Отклонение от проектного в мм	
			Допускаемое	Среднее квадратическое m_i
1	2	3	4	5
Раструбный ЛОТОК	1	длина	± 10	5
	2	ширина по верху гладкого конца (наружная)	± 5	2,5
	3	ширина по верху раструба конца (внутренняя)	± 5	2,5
	4	толщина стенки	± 5	2,5
	5	толщина раструба в месте опирания	± 10	5

получим величину ошибки монтажа лотков на стоечных опорах

$$m_2 = \sqrt{5^2 + 2,5^2 + 5^2} = 8 \text{ мм} \quad (\text{II.4})$$

тогда ошибка монтажа лотков по уголку будет

$$m_h = m_M \sqrt{2} = 2 \text{ мм}$$

Ошибка в отметке дна канала при совместном влиянии двух ошибок (II.2), (II.4) получится

$$m_2 = \sqrt{22^2 + 8^2} = 23 \text{ мм} \quad (\text{II.6})$$

Сравнивая допустимую величину отклонения отметок точек дна каналов-лотков от проектного в 1-2 см с удвоенными значениями ошибок (II.1), (II.6), убеждаемся в её соответствии с расчетной точностью монтажных работ и в занижении её по отношению к ошибке отметки дна каналов-лотков.

Ограничение количества опережения установок опор между монтажным лотком 10-15, предусмотренное в [7], вызвано необходимостью учета совместного действия трех видов ошибок:

- 1) откладывания расстояний между осями стоек или свай (m'_I в табл.1.2);
- 2) изготовления лотка (m по размерам в табл. II.1);
- 3) монтажа лотков m_L .

Величину планового смещения лотков m_L на участке длиной L при последовательном их монтаже в количестве n под влиянием первых двух ошибок

$$m_c = \sqrt{m_I'^2 + m_L^2} = \sqrt{2,5^2 + 5^2} = 6 \text{ мм} \quad (\text{II.7})$$

можно рассчитать по формуле

$$m_L = m_c \sqrt{n} \quad (\text{II.8.})$$

Если принять за допустимую величину планового смещения половину ширины растрюба $m_L = 5$ см, то согласно (II.8.) установка опор должна лотков не более чем

$$n = \frac{2500}{35} \approx 70 \text{ лотков} \quad (\text{II.9.})$$

Таким образом, количество установок опор, опережающих монтаж лотков, зависит от величины m_L и при $m_L = 5$ см, его можно допускать до 70, против предусмотренных 10-15 в [7]

Для определения ошибки монтажа лотков m_L нами произведены измерения размеров 1411 швов у построенных лотков. Результаты измерений, сгруппированные в пятимиллиметровые интервалы, приведены в табл. II.2.

Среднее значение размера шва и среднее квадратическое отклонение оказались следующими

$$\bar{l} \pm m_l = 13 \pm 13 \text{ мм} \quad (\text{II.10.})$$

Здесь размер шва на 3 мм превышает величину, предусматриваемую при монтаже лотков.

Теперь с учётом (II.7.) получим среднюю квадратическую ошибку

размеры швов между лотками мм	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	Σ
Количество монтажа	232	355	479	148	97	38	36	14	3	5	3	141

монтажа

$$m_l = \sqrt{m_l^2 - m_c^2} = \sqrt{13^2 - 6^2} = 12 \text{ мм}$$

Вид кривой распределения (рис.П.1.) значения размеров, построенной по данным табл.П.2. отличается от вида кривой нормального распределения вероятностей, что свидетельствует о значительном влиянии ошибок монтажа и регулирования величины швов в процессе строительства каналов-лотков.

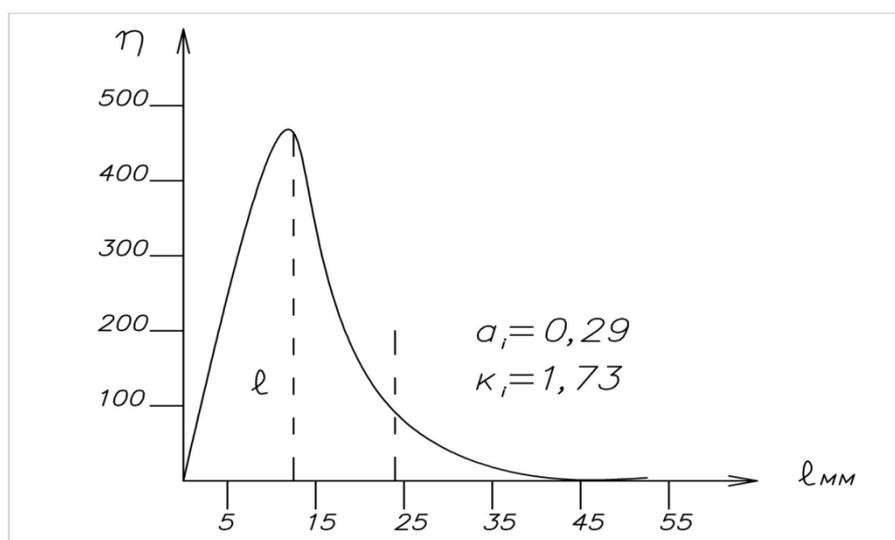


Рис. П.1

Возможность регулирования размера шва в процессе монтажа лотков в пределах величин, приведенных в табл. П.2. способствует увеличению количества устанавливаемых опор перед монтажом лотков, по отношению с рекомендуемыми 10-15 в.[7]

2.2 Исследование погрешностей изготовления и монтажа

каналов-лотков

Расчет точности высотного положения дна каналов-лотков производился на основе нормативных допусков для геодезических разбивок и монтажа элементов лотка. Однако погрешности монтажных и разбивочных работ могут превышать нормативные допуски, вследствие чего требования к высотной точности строительства каналов-лотков окажется несоответствующим действительности. Это вызывает трудность оценки качества строительства каналов-лотков при приёме их в эксплуатацию.

С целью установления точности монтажных работ и сравнения её величины с нормативной, нивелированием IV класса исследовались каналы-лотки в Сирдаринском областе, по два канала-лотка конструкции ЛР-100, ЛР-80, ЛР-60 (6 м), ЛР-60 (8 м). Промежуточные отсчеты по рейке брались на концах каждого звена лотка, по верхним краям бортов одиннадцати лотков через каждые 0,5 км длины канала.

Результаты нивелирования позволили определить величину погрешностей установки лотка :

а) по значениям частных превышений

$$h_i = H_{i+1} - H_i \quad (\text{II.11})$$

б) по превышениям одного края π бортов лотка над другим n

$$h_{cki} = H_{\pi i+1} - H_{n i} \quad (\text{II.12})$$

Как известно, основные формулы теории ошибок измерений выведены в предположении независимости составляющих членов выборки, поэтому в исследованиях статистическая совокупность формировалось таким образом, чтобы между составляющими членами выборки отсутствовала или была пренебрегаем малой зависимость автокорреляция.

Автокоррелированность членов последовательности (11.11) обуславливаться одной и той же погрешностью в отметках смежных опор, поэтому при установлении погрешностей монтажа по превышениям (11.11) вычислялись значения циклических r_L коэффициентов автокорреляции с лагом $L = I$ (звено лотка) для $n = 40$ членов этой последовательности h_i , которые соответственно конструкциям лотков оказались равными : ЛР – 100, $r_l = -0,17$; ЛР – 80 $r_l = -0,16$; ЛР – 60 $r_l = -0,19$;

Определив по табл.5 критические значения $r_{0,05} = 0,28$, обнаруживаем, что все вычисленные r_j попадают в критическую область $r_q < r_1 < 0$, так как $r_{0,05} = -0,28$ меньше $r_j = -0,19$. Вследствие этого приходим к выводу о некоррелированности величин, составляющих последовательность (II.11), т.е. погрешности в отметках смежных опор лотков незначительны по сравнению с погрешностями монтажа и ими при расчетах можно пренебречь, после этого по 55 и II значениям (II.11), (II.12) для других участков каждого из каналов-лотков вычислялись дисперсии

$$m_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2 \quad (\text{II.13})$$

значения которых приведены в графах 6, 10 табл. 11,3 и по ним на основе (11.3) получены данные граф 7, 11

Так как дисперсии вычислены по одинаковому объему выборки, то проверялось однородность их применением критерия Кочрена

$$G_{\text{мак}} = m_{j_{\text{мак}}} / \sum_{i=1}^n m_j^2 \quad (\text{II.14})$$

При максимальном значении дисперсии $m_5^2 = 689$, канала-лотка 16-У-16 численное значение (11.14) $G_{\text{мак}} = 0,082$ меньше $G_{0,05} = 0,086$, что указывает на справедливость однородности дисперсий погрешностей изготовления и монтажа элементов лотка исследуемых конструкции.

-

Таблица П.3

№№ п/п j	Наименование канала- лотка	Конструкция	Числовые характеристики							
			h i				hckj			
			h-j мм	mj ² мм	mj мм	h-ckj мм	m ² ckj мм	mckj мм	mckj мм	mckj мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ЛР-18-2-2	ЛР-100	1,1	300	17,1	16,6	+6,8	269	16,4	15,7
2	” _ _	”	2,0	253	15,9		+9,0	225	15,0	
3	ЛР-18-5	”	1,6	389	19,7	17,9	+1,3	336	18,3	24,0
4	” _ _	”	7,8	250	15,8		+17,2	820	28,6	
5	16-У-16	ЛР-8	10,0	689	26,7	24,6	+12,6	587	24,2	23,3
6	” _ _	”	6,2	579	23,2		+16,4	559	23,6	
7	16-У-13	ЛР-8	2,8	272	16,5	17,2	-15,5	259	16,0	15,5
8	” _ _	”	3,0	317	17,8		-5,2	229	15,1	
9	16-У-12	ЛР-60 (6)	12,5	450	21,1	23,4	+6,2	572	23,9	21,1
10	” _ _	”	11,4	587	24,2		+12,1	416	20,6	
11	16-У-15	ЛР-60 (6)	15,3	481	21,9	22,2	+4,1	389	19,7	20,9

12	” — —	”	12,9	508	22,6		-3,2	491	22,1	
13	11У-14		23,3	595	22,4		-17,5	559	23,6	
						22,2				20,8
14	” — —	”	17,2	606	24,7		+4,0	314	17,7	
15	16-У-17	ЛР-60	18,7	384	19,6		+3,7	182	13,5	
		(8)				17,4				13,3
16	” — —	”	21,5	225	15,0		+8,4	174	13,2	
17	16-У-10	ЛР-60	15,7	510	22,8		-12,6	459	21,4	
		(8)				20,8				18,9
18	” — —	”	5,9	361	19,0		-11,0	259	16,1	
19	16-У-11	ЛР-60	8,5	269	16,4		-2,9	146	12,1	
		(8)				17,7				12,3
20	” — —	”	6,0	366	19,1		-4,1	159	12,6	

Применение критерия Кочрена, так же не отвергает однородности изготовления и монтажа одинаковы для лотков различных конструкций, поэтому при исполнительной съемке каналов можно ограничиться нивелированием верха опор, а отметки дна получать с учетом толщины лотка. В этом случае погрешность не превысит 3 см и обеспечится удобство нивелирования.

Установленные значения равных погрешностей монтажа лотков также можно использовать для получения среднего квадратического отклонения генеральной совокупности, вычисляя значения его по формуле

$$m_{h_j} = m_{h_{ck}} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n m_j^2}{N-K} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (\text{II.15})$$

где N – общее число погрешностей в k группах.

$$\text{Теперь согласно (II.15) } m_{h_j} = 20 \text{ мм; } m_{h_{ck}} = 19 \text{ мм} \quad (\text{II.16})$$

Как видим полученная погрешность m_h превышает расчетную (II.5) почти в два раза, что свидетельствует о несоответствии величины установленного допуска на изготовления и монтаж лотков техническому уровню современного строительства, вызывающем необходимость изменения требования 1-2 см, предъявляемого к приемке каналов-лотков в эксплуатацию. Кроме того, необходимо отказаться от практикуемого метода съемки верха лотков, так как влияние дополнительной ошибки $m_{h_{ck}}$ уменьшает достоверность её результатов.

Совместное влияние ошибок m_h , $m_{h_{ck}}$ по (II.3) при $\alpha = 0,95$ уменьшает надводную часть лотка (1.9) на $\Delta h_c = 5,6$ см, что составляет 6-9%. Под действием этой ошибки площадь поперечного сечения канала-лотка уменьшится на величину

$$\Delta \omega = 2 \int_{\omega}^{\Delta h_c} \sqrt{2ph_c} dh_c = \frac{4}{3} \sqrt{2p\Delta h_c^3} \quad (\text{II.17})$$

вычисленное который для лотков с $h_c = 0,6, 0,8$ и $1,0$ м. соответственно составляет 1:8, 1:9, и 1:12 величины ω

Установленные значения ошибок Δh_c и $\Delta \omega$ необходимо учитывать при проектировании пропускной способности каналов-лотков.

2.3. Анализ погрешностей высотного положения дна

каналов-лотков

В этом параграфе на основе использования производственных материалов – данных исполнительных съемок сделана попытка установить отдельное влияние погрешностей монтажных и разбивочных работ на высотную точность строительства каналов-лотков. При этом общая погрешность расчленяется на составляющие – случайную, оказывающую влияние на пропускную способность каналов-лотков и систематическую, влияющую на величину командования каналов-лотков над орошаемой территорией. Такое разделение позволяет оценить качество строительства и дает возможность сравнить высотную точность каналов-лотков, построенных на различных частях осваиваемых земель. Для этой цели используются сгруппированные в сантиметровые интервалы значения отклонения отметок дна от проектных. Они объединены в группы по следующим

признакам отбора: по конструкции (1гр.), по месту строительстве (группы II, III, 1У, У) , и по данным исполнительных съемок (гр. У1),

Сопоставление кривой распределение (рис.П.2) суммарного ряда

Таблица П.4

Погрешности мм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	Σ
	количества												
Экспериментальные	209	$\frac{226}{197}$	$\frac{176}{173}$	$\frac{129}{138}$	$\frac{67}{73}$	$\frac{53}{61}$	$\frac{34}{45}$	$\frac{26}{29}$	$\frac{20}{17}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{0}{6}$	1700
Расчетные	195	$\frac{192}{190}$	$\frac{179}{155}$	$\frac{143}{123}$	$\frac{109}{92}$	$\frac{79}{59}$	$\frac{48}{36}$	$\frac{29}{23}$	$\frac{16}{11}$	$\frac{13}{6}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{0}{0}$	1700

погрешностей с кривой теоретического распределения, построенной по данным табл.П.4 (в которой числитель соответствует числу положительных, а знаменатель отрицательных погрешностей) показывает, что погрешности высотного положения дна каналов-лотков лишь приближенно подчиняются нормальному распределению. Однако наличие положительного эксцесса $E_k > 0$ и отрицательной асимметрии $S_k < 0$ свидетельствуют о различии сравниваемых рядов распределений (это также подтверждается применением более мощных критериев, χ^2) что может являться следствием различного характера законов распределений смешиваемых малых рядов погрешностей [12].

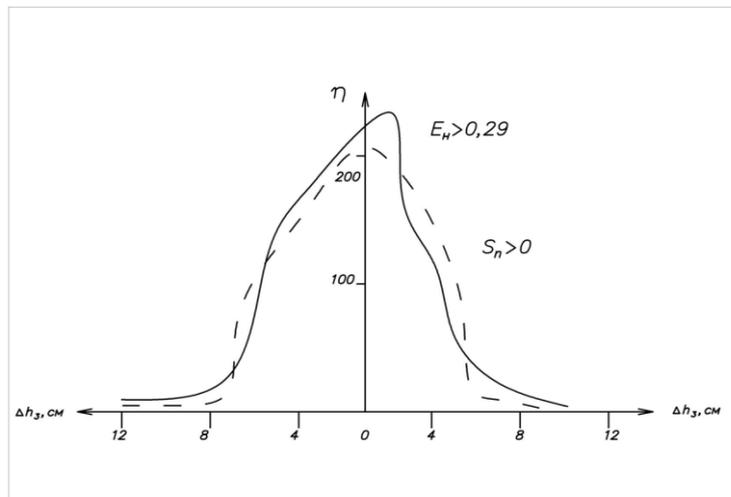


Рис. П.2

Поэтому вычисленные по данным табл.П.4 значения среднего и среднего квадратического отклонения

Таблица П.5

№ № групп	Номер канала-лотка	n_i	x_i^2 см	$m 1^2$	$m 2^2$	$m i^2$	Критерий	
				см ²			F	F 0.01
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ЮР-25-5	35	2,51			6,17		
	ЮР-25-2	46	0,59			6,07		
	ЮР-26	95	-0,34			7,90		
	ЮР-26-2	42	-3,71			8,29		
	ЮР-25-7	63	0,86			12,13		
	ЮР-25-11	67	-0,54			2,88		
		348	-0,17	176,1	6,57	9,02	26,6	9,05
2	30-У-1	26	-2,70			2,01		
	30-У-2	45	0,78			6,08		
	30-У-4	45	2,11			6,61		

	30-Y-5	52	-0,85			6,71		
	30-Y-14	41	-0,54			3,30		
	30-Y-17	40	-0,58			4,54		
		249	-0,12	115,2	5,30		21,3	9,06
3	30-Y-19	46	2,48			6,77		
	30-Y-21	51	-0,16			8,01		
	30-Y-22	35	3,71			10,93		
	30-Y-28	50	2,14			13,31		
	30-Y-30	55	-0,27			5,50		
	30-Y-50	51	-0,39			6,84		
		288	1,07	94,7	8,35	9,74	11,4	9,05
4	31-Y-11	35	1,49			2,15		
	31-Y-12	26	0,77			3,48		
	31-Y-17	68	0,44			11,09		
	31-Y-18	57	-0,67			23,73		
	31-Y-10	40	1,40			6,15		
	31-Y-10	37	-4,82			1,32		
		263	-0,22	201,9	9,83	13,85	20,6	9,06
5	12-Y-28	48	0,35			2,41		
	12-Y-29	42	1,65			0,87		
	12-Y-28	43	-0,82			1,31		
	12-Y-28	45	0,79			1,37		

	12-У-28	49	-1,61			0,92		
	12-У-28	31	-2,19			0,51		
		253	0,24	202,8	1,09	1.13	17,4	9,06
6	31-У-1	52	-5.65			7.38		
	31-У-1	26	-3.10			13.71		
	31-У-1	49	1.04			7.88		
	31-У-1	56	-2.96			23.23		
	31-У-1	36	1.14			22.86		
	31-У-1	50	1.56			11.34		
		299	-1.55	232.2	17.5	21.0	14.4	9.05

$$[n] = 1700 \quad 0.21 \quad 161.1 \quad 8.19 \quad 11.3 \quad 19.2 \quad 9.02$$

$$\Delta \bar{h}_{3^3} \pm m_{\Delta h_3} = 0.21 \pm 3.4 \text{ см} \quad (\text{П.18})$$

являются еще недостаточными характеристиками высотной точности строительства каналов-лотков и не удовлетворяют условию её исследования, поставленного в начале параграфа.

Строительство каналов-лотков ведется при одинаковом комплексе условий, обеспечивающим равнозначность их высотного положения. Следовательно, исходя из справедливости сказанного в отношении погрешностей изготовления и монтажа лотков различной строительной глубины, расхождение дисперсий и средних значений отклонений отметок точек дна от проектных по каналам-лоткам, можем отнести к различному качеству геодезических измерений. Поэтому допуская

нормальность распределения погрешностей строительства по отдельным каналам-лоткам и по группам каналов-лотков, исследование начнём со сравнения их параметров. При этом, на основе тождества дисперсионного анализа [n s] общую дисперсию m^2 расчленим на составляющие

$$m^2 = m^2_1 + m^2_2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2 + \frac{1}{[n]-k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 = 1 \quad (\text{II.19})$$

где $[n]$ - общее число отклонений n_i в k группах ;

x_{ij} , \bar{x}_i , \bar{x} - соответственно отдельные отклонения отметок точек дна от проектного, среднее арифметическое

в группе и общее арифметическое среднее.

Вычисленные значения слагаемых (II.19) по группам каналов-лотков приведены в графах 5, 6 и 7. табл. II.5. Теперь по вычисленным значениям дисперсий m^2_1 , приведенным в графе 7 ставим задачу проверки гипотезы.

$$\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \sigma^2_3 = \dots = \sigma^2_n = \sigma^2$$

т.е. задачу проверки равнозначности строительства всех исследуемых каналов-лотков и их групп.

Для решения этой задачи воспользуемся критерием Бартолотта. При этом, если вычисляемая величина меньше табличного значения, выбираемого для соответствующего уровня значимости $\vartheta = N - 1$, то строительство каналов-лотков следует считать неравнозначным.

Сравнивая вычисленное значение $B = 576$ с величиной $\chi^2_{0,05}$ определяемой по приближенной формуле [33]

$$m_{\Delta t i} = \sqrt{m^2_{ti+\Delta t} - m^2_{ti}}$$

получим $\chi^2_{0,05} = 0,54$. Так как $B > \chi^2_{0,05}$ то расхождения в дисперсиях весьма значительны для всех рассматриваемых каналов-лотков.

Аналогичная проверка гипотезы равнозначности строительства с помощью критерия Бартолетта произведена для каждой группы каналов-лотков. В этом случае для групп 1, 2, 3, и 5 $B < B_{0,002}$

т.е. гипотеза с малой вероятностью подтверждает равнозначность строительства, а для 4 и 6 группы гипотеза отвергает это предложение.

Основной причиной неравноточности строительства каналов-лотков является неравенство средних значений отклонения отметок точек их дна. Правильности этого предположения можно убедиться, сравнивая вычисленное значение дисперсионного отношения

$$F = m_2^2 : m_1^2 \quad (\text{II.20})$$

с F_q табличным. Если $F > F_q$, то должно быть $m_2 > m_1$. Так как в табл. II.5 (графы 8, 9), по всем группам каналов-лотков $F > F_q$ отвергается равенство их средних значений.

Произведенный анализ погрешностей строительства каналов-лотков показывает, что: различное качество строительства обусловлена недостаточной точностью геодезических измерений; небольшое колебание значений m_1 вычисленных в соответствии с формулой (II.9) по группам: 1,6, 1,5, 1,2, 2,3, 0,2, 1,6, подтверждает независимость величины ошибки монтажа лотков от конструкции лотка и от места строительства Сирдариского област; значительное отличие между собой последних двух ошибок m_2 из вычисленных 2,6, 2,3, 2,9, 3,2, 1,0, 4,2, свидетельствует о существенном расхождении между данными исполнительных и контрольных съемок.

При больших объемах выборки $m_2^2 = \sigma^2$, поэтому полученная ошибка $m_2 = 3,4$ см (11.18) значительно превышает расчетную $m_p = 2,3$ см (11.6) и допустимую 2 см. [7]

Качество строительства будет быть улучшено приповышение точности геодезических измерений.

2.4. Анализ погрешностей формы поперечного сечения

лотков на эксплуатируемых каналах

В этом параграфе выполнено исследования влияния погрешностей изготовления и монтажа элементов на форму поперечного сечения действующих лотков, подверженных деформации, способствующие установлению эксплуатационных свойств канала. Для этого измерения размеров элементов лотка выполнялись по двум взаимно перпендикулярном его осям. В месте стыковки 1411 установленных лотков (в учхозе ТИМИ)

измерялись внутренние размеры по верху (рис.11.3 “а”, “б”) : B_1 – раструбной стороны, B_2 – гладкой стороны, B_3 – в середине лотка и абсолютное значение взаимных выступов по дну Δh_1 (рис. 11.3 “в”).

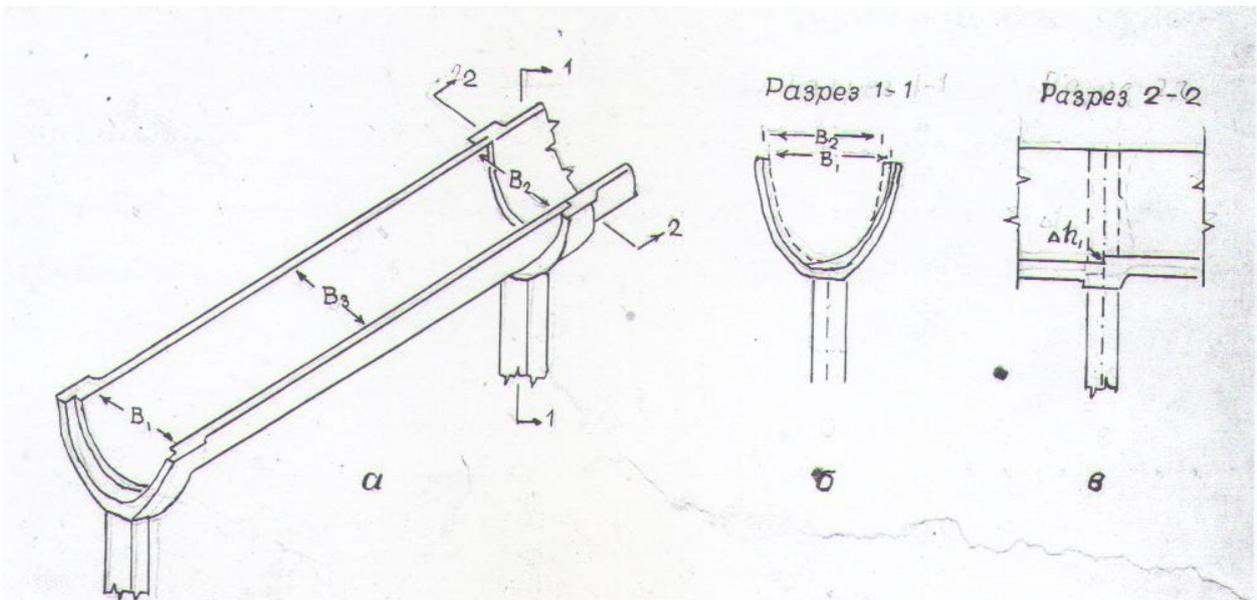


Рис. П.3

Вычисленные средние значение и средние квадратические отклонения этих величин соответственно оказались:

- 1) для внутреннего размера поверху раструбной стороны лотка

$$\bar{B}_1 = m_{B_1} = 987 \pm 10 \text{ мм} \quad (\text{П.21})$$

- 2) для внутреннего размера поверху гладкой стороны лотка

$$\bar{B}_1 = m_{B_{21}} = 983 \pm 8 \text{ мм} \quad (\text{П.22})$$

- 3) для внутреннего размера поверху середины лотка

$$\bar{B}_1 = m_{B_1} = 987 \pm 9 \text{ мм} \quad (\text{П.23})$$

Расчетные значения этих величин, полученные по формуле

$$B = 2\sqrt{2ph_c} \quad (\text{11.24})$$

при $h_c = 60 \text{ см}$, $p = 20 \text{ см}$ и по данным m_2 табл. П.1.будут

$$B \pm m_B = 980 \pm 2 \text{ мм} \quad (\text{П.25})$$

- 4) для абсолютных значений взаимных выступов по дну

$$|\Delta \bar{h}_1 \pm m_{\Delta h_1} = 19 \pm 21 \text{ мм} \quad (\text{П.26})$$

Вместе с этим для получения представления о возможной величине деформации из-за «раскрытия» середины бортов 6 и 8 метровых лотков m_{B_3} , являющейся микротрещинообразующим фактором в лотке, приведем в табл. II.6 значения её параметров для двух исследованных каналов.

При монтаже производится принудительное сопряжение смежных лотков посредством раструба, вследствие чего значения B_1, B_2 и Δh_1 в стыках становятся взаимно-коррелированными. Коррелированными могут быть и значения B_2, B_3 в зависимости от длины лотка.

Значения парных коэффициентов корреляции, вычисленные по формуле

$$r_{xy} = \frac{K_{xy}}{m_x m_y} = \frac{M(xy) - M(x)M(y)}{m_x m_y} \quad (\text{II.27})$$

где $M(xy)$, $M(x)$, $M(y)$ – математические ожидания случайных величин со средними квадратическими ошибками определения этих коэффициентов по формуле

$$\sigma_{r_{xy}} = \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{n}} \quad (\text{II.28})$$

соответственно оказались равными

$$r_{B_1 B_2} \pm \sigma_{r_{B_1 B_2}} = 0,62 \pm 0,02. \quad (\text{II.29})$$

$$r_{B_1 \Delta h_1} \pm \sigma_{r_{B_1 \Delta h_1}} \approx r_{B_2 \Delta h_1} \pm \sigma_{r_{B_2 \Delta h_1}} = 0,23 \pm 0,0 \quad (\text{II.30})$$

$r_{B_1 B_3}$ – – приведены в табл. II.6

Таблица II.6

№ № п / п	Параметры лотка	ЛР – 60 (6 при $n = 224$)	ЛР – 60 (8 при $n = 241$)
1	$B_2 \pm m_{B_2}$ мм	967 ± 9	952 ± 6
2	$B_3 \pm m_{B_3}$ мм	990 ± 7	972 ± 9
3	$r_{B_2 B_3} + \sigma_{r_{B_2 B_3}}$	$0,07 \pm 0,18$	$0,30 \pm 0,13$

Сравнивая r_{xy} с $3\sigma_{xy}$ приходим к выводу о коррелированности величин B_1, B_2 и Δh_1 , а неравенство $r_{B_2 B_3} < 3\sigma_{B_2 B_3}$ (табл. 11.6) указывает на независимость величины «раскрытия» бортов лотка от его длины.

Погрешность внутреннего размера по верху в стыках монтированных лотков

$$\Delta B = B_2 - B_1 \quad (\text{II.31})$$

согласно формуле средней квадратической ошибки функции коррелированных аргументов определяет как

$$m_{\Delta B}^2 = m_{B_1}^2 + m_{B_2}^2 - 2r_{B_1 B_2} m_{B_1 B_2} \quad (\text{II.32})$$

а с учетом (II.26), (II.22), II.29), получится

$$m_B = \sqrt{10^2 + 8^2 - 2 \cdot 0,6 \cdot 10 \cdot 8} = 8 \text{ мм} \quad (\text{II.33})$$

Кроме полученных $m_{\Delta h_1}$ (II.26), m_B (II.33) погрешность изготовления и монтажа лотков характеризуется и точностью установки лотка по уклону Δh_2 с расчетным значением среднего Δh_2 и среднего квадратического отклонения $m_{\Delta h_2}$ по данным детальной исполнительной съемки 2010 лотков приведенным в 1 строке табл. II.7 оказались

$$\Delta h_2 \pm m_{\Delta h_2} = 65 \pm 22 \text{ мм} \quad (\text{II.34})$$

Сгруппированные значения Δh_2 по интервалам K_i в 1 см и их теоретические количества np_i , подсчитанные на основе формулы

$$P_i(x_i < x < x_{i+1}) = \Phi_0(x_{i+1} - x/m_x) - \Phi_0(x_i - x/m_x) \quad (\text{II.35})$$

где x_i, x_{i+1} – границы i-его интервала по значениям $\Phi_0(z)$ нормированной функции Лапласа (табл.11 прил. , [33] приведены в табл. II.7.

Таблица II.7

Погрешности	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	Σ
Вид погрешности	количества														
Экспериментальные	17	55	78	152	279	398	385	265	182	103	52	21	13	8	2010
Теоретические	37	65	136	222	314	357	325	256	163	82	36	12	4	1	2010
Расчетные	20	10	58	70	35	-41	-60	-9	-19	-21	-16	-9	-9	-7	0

Сравнение вычисленного значения критерия согласия χ^2 Пирсона по формуле

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(k_i - np_i)^2}{np_i} = 144,5$$

$$\text{с } \chi_{0,01}^2 = 29,1 \quad (\text{П.36})$$

показывает значимое отличие распределения значений Δh_2 от нормального.

Эмпирическая кривая (рис.П.4) – высоковершинная, с отрицательной асимметрией, т.е. для нее эксцесс $E_k > 0$ и асимметрия $S_k > 0$. Суммарная погрешность в высотном положении дна каналов в стыках смонтированных лотков согласно (П.26) и (П.34) будет

$$m_h = \sqrt{m_{\Delta h_1}^2 + \frac{m_{\Delta h_2}^2}{2}} = \sqrt{441 + \frac{484}{2}} = 26 \text{ мм} \quad (\text{П.37})$$

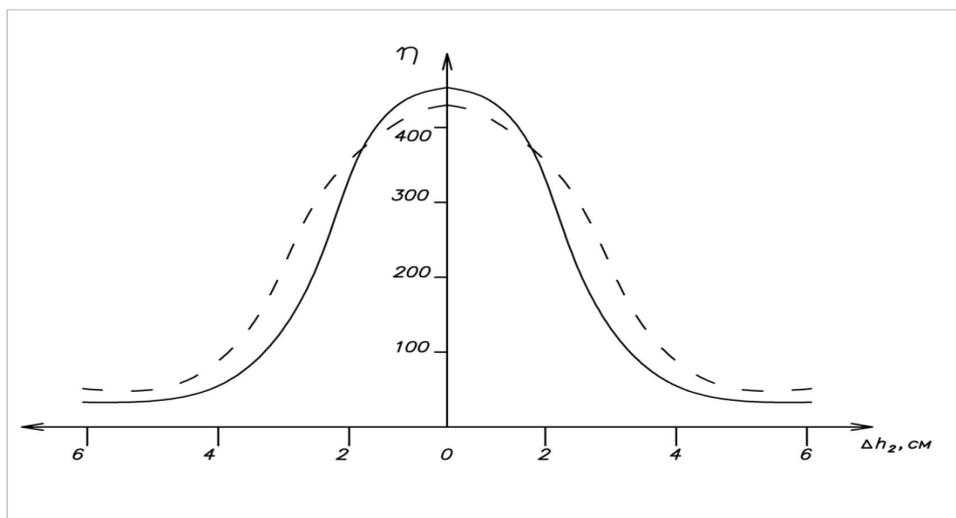


Рис. П.4

Для обобщения результатов исследования, произведенного в этом параграфе, приведем в табл.11.8 полученные расчетные и экспериментальные значения погрешностей в форме поперечного сечения каналов-лотков.

Таблица П.8

Значение величин	B_1	B_2	B_3	Δh_2	m_{B1}	m_{B2}	m_{B3}	$m_{\Delta h1}$	$m_{\Delta h2}$	m_B	m_h
	в миллиметрах										
Расчетные	980	980	980	0	2,5	2,5	2,5	8	11	4	10
Экспериментальные	987	983	983	13	10	8	9	21	22	8	26

Таблица.П.8 показывает, что:

а) погрешности изготовления, монтажа элементов лотка и высотного положения дна каналов-лотков более в два раза превышают расчетные;

б) монтаж самих лотков сопровождается систематической погрешностью, образующей постоянный выступ равный разности $B_2 - B_1 = 4\text{мм}$; кроме этого возникает систематическая погрешность в изготовлении $B_i - B$, достигающая 7 и 3 мм, что следует учитывать при назначении допусков на изготовление гладких и раструбных сторон лотков;

в) полученные погрешности формы поперечного сечения лотков эксплуатируемых каналов более правильно характеризует техническое состояние ложа русла, чем вновь построенных каналов-лотков, свидетельствует о деформации как самих лотков, так и оснований опор. Средняя величина деформации из-за «раскрытия» бортов лотка одинакова для 6 и 8 – метровых лотков.

2.5 Влияние погрешностей изготовления и монтажа на пропускную способность каналов-лотков

Величина отклонений в поперечном сечении смонтированных лотков за счет погрешностей изготовления и монтажа препятствует свободному протеканию воды, уменьшает скорость течения, увеличивает значение коэффициента шероховатости.

В настоящем параграфе сделана попытка установить зависимость пропускной способности канала-лотка, а, следовательно, и коэффициента шероховатости от изменения геометрических формы канала под влиянием погрешностей изготовления и монтажа.

Формулу для вычисления площади поперечного сечения канала-лотка, определяемую по (II.17) заменой $\Delta\omega$ на ω и Δh_c на h и с учетом выражения (II.24) приведем к виду

$$\omega = 2/3 B h \quad (\text{II.38})$$

Подставляя в (II.24), (II.38) значения h , приведенные в 1 строке табл. II.9, получим значения ω и B (2, 3 строки).

Таблица II.9

№№ п / п	Параметры лотка	Един. Измер.	Размеры параметра					
			20	40	60	80	100	120
1	h	см	20	40	60	80	100	120
2	B (11.24)	"	56,6	80,0	98,0	113,2	157,4	183,3
3	ω (11.38)	см ²	755	2133	3920	6037	10493	14664
4	m_ω (11.39)	"	102	147	183	215	294	355
5	$m_{\omega i} / \omega_i$	%	13,5	5,9	4,7	3,6	2,8	2,4

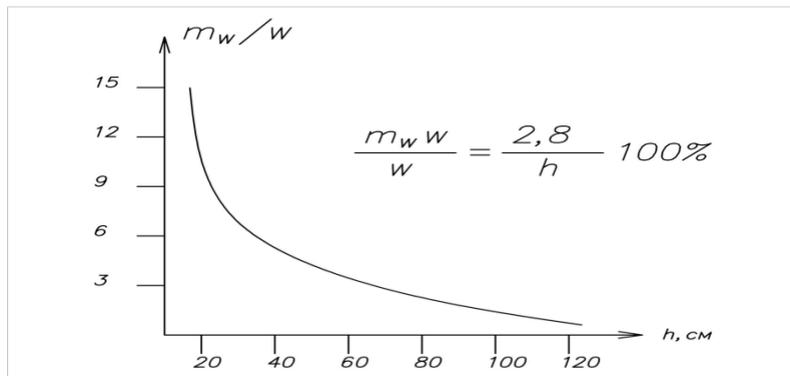


Рис.П.5

Влияние погрешностей изготовления и монтажа элементов лотка на площадь поперечного сечения, определим по формуле средней квадратической ошибки функции (11.38) коррелированных аргументов

$$m_{\omega} = \frac{4}{9} m_B^2 h^2 + \frac{4}{9} m_h^2 B^2 + \frac{4}{9} r_{Bh} m_B m_h B h \quad (\text{П.39})$$

Подставляя в (П.39) численные значения m_B (П.33), m_h (П.37) и r_{Bh} (П.30) при заданных значениях B и h , согласно 1 и 2 строки табл.П.9 получим значения m_{ω} , приведенные в 4 строке. Но этим значениям и по значениям строки 3 вычислим относительные средние квадратические отклонения в площади поперечного сечения лотков (5 строка). Зависимость этих величин от глубины наполнения h показано на рис.П.5.

Теоретическое соображение, вытекающие из $\frac{m_{\omega i}}{\omega i} \cdot h_i = const$ дает основание предполагать наличие здесь гиперболической зависимости вида

$$y = \alpha x^{\beta} \quad (\text{П.40})$$

Построение её на логарифмической сетке позволяет получить прямую, по координатам которой можно определить параметры (11.40) методом избранных точек и написать приближенное равенство, приведенное к удобному для расчета виду

$$\frac{m_{\omega}}{\omega} = \frac{2,8}{h} \cdot 100\% \quad (\text{П.41})$$

по этой формуле легко предвычислить относительную среднюю квадратическую погрешность в площади поперечного сечения в стыках смонтированных лотков, при любых значениях h .

Пропускная способность канала- лотка $Q = \omega \cdot v$ под влиянием погрешности в площади его поперечного сечения может уменьшится на величину, рассчитываемую по формуле

$$\frac{m_Q}{Q} = \frac{m_{\omega}}{\omega} \quad (\text{П.42})$$

Полученной при постоянном ограничении скорости.

Чтобы выяснить изменение значений коэффициента шероховатости n , а следовательно, и пропускной способности канала-лотка в зависимости от качества монтажа, обратимся в табл. II.10, заимствованной из в сокращенном виде.

Таблица II.10

№№ п/п	h_c , см	H_n , см	Q_2 м ³ /сек при $i=0,0008$ и n		
			0,012	0,014	0,016
1	2	3	4	5	6
1	60	54	0,30	0,25	0,18
2	80	74	0,56	0,46	0,34
3	100	90	1,20	1,01	0,76

Согласно данным 4, 5 графы 1 строки табл. II.10 увеличено значения коэффициента шероховатости канала-лотка на 0,002 приводит к уменьшению его пропускной способности до

$$\Delta Q = 3 m_q \approx 0.18 \cdot Q \quad (\text{II.43})$$

Данные строки 5 табл. II.10 на основе равенств (II.42), (II.43) позволяют установить вид функции

$$Q = f(n) \quad (\text{II.44})$$

и указывают на уменьшение значения коэффициента шероховатости и отклонение пропускной способности от проектной с увеличением строительной глубины лотка.

Проделав аналогичные расчеты и сравнения с величинами Δw , полученными в §9 для вновь построенных каналов-лотков, можно убедиться, что они оказываются менее, чем в формуле (II.43). это свидетельствует о возможном увеличении значения коэффициента шероховатости по годам эксплуатации.

Таким образом, на основе изучения погрешностей изготовления и монтажа лотков можно составить примерную градацию изменения значений коэффициента шероховатости и установить связанные с ним зависимости изменения гидравлических элементов, без производства гидрометрических измерений. Для этой цели могут быть использованы данные исполнительной съемки и выборочные измерения по установлению точности изготовления и монтажа лотков .

2.6. Точность проектирования площадей участков и перенесения проектов в натуру

Одним из основных условий проектирования трасс каналов-лотков в плане является получение равновеликих по площади участков и полей севооборотов, что позволяет применять для орошения лотки одинакового стандартного сечения. Кроме того, при равновеликих полях обеспечивается постоянство посевных площадей и равномерность выхода продукции отдельных культур по годам ротации севооборота. Однако заданные ограничения ширины и длины участков не всегда совместимы с условиями рельефа местности и в большинстве случаев эти условия являются определяющими при трассировании системы оросительной сети и вызывающими нарушение оптимальности расположения трасс в плане.

Общее представление о площадях участков и полей севооборотов можно получить по табл. II.2, составленной по запроектированным их значениям в 4 хозяйствах Сирдаринского вилоята голодной степи.

Таблица II.2 показывает, что, несмотря на преимущества проектирования лотковой оросительной сети в плане по сравнению с каналами в земляном русле, площадь полей севооборотов и сети участков различна по массивам орошения. Во многих случаях измерение запроектированной площади участков происходит в процессе перенесения проектов в натуру и строительства лотков, при этом сами измерения носят неслучайный характер.

Таблица II.11

Площадь (га)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	средняя	М _p
количество												
Участков	3	50	129	101	31	4					87 га	18
Полей севооборотов	3	4	15	24	13	23	34	23	10	3	150 га	70

Обоснованные суждения о причинах этих изменений можно сделать лишь на основе сравнения расчетных и экспериментальных ошибок.

Точность топографической основы и точность геодезических измерений при перенесении проекта в натуру влияют на точность площадей участков и на параллельность трасс, от которых зависит нормальная работа участковых и внутривладельческих распределителей, машин и механизмов при обработке сельскохозяйственных культур. [20,21]

Точность площадей участков в натуре может быть предвычислена по формуле

$$M_p = m_t \sqrt{p} \sqrt{\frac{1+K^2}{2K}} = m_t \frac{M}{10000} \sqrt{\frac{P(1+K^2)}{2K}} \quad (\text{II.66})$$

В которой m_t – средняя квадратическая ошибка положения вершин участка;

K – отношение длины участка к его ширине.

Ошибка m_t формулы (II.56) складывается из ошибок:

$m_{t_1} = 0,018$ см – определение координат вершин участка по плану;

$m_{t_{21}} = 0,01$ см – графического способа проектирования;

$m_{t_3} = 0,004$ см – влияния погрешности угловых и линейных измерений при перенесении проекта в натуру, величина которой получена для положения точки 9 относительно точки 1 на рис.1.3. по формуле 15 проф.А.В.Гордеева. поэтому

$$m_t = \sqrt{0.018^2 + 0.010^2 + 0.004^2} = 0.021 \text{ см.}$$

подставляя m_t в (II.66) при $M = 10000$, $S = 90$ га, $k = 4$ и $\alpha = 0,99$, получим

$$\Delta P = 3 m_p = 0.9 \text{ га} \quad (\text{II.67})$$

Таким образом допустимая ошибка в площади вынесенного в натуру участка не превышает 0,9 га. Однако, как было сказано в начале параграфа, расхождения запроектированных и вынесенных в натуру площадей участков превышает

полученную ΔР (П.67). для иллюстрации сказанного, в табл. П.12 производятся расчеты площадей участков, орошаемых из распределителей.

Данные графы 3 этой таблицы заимствованы из генплана организации хлопководческого совхоза 30, а графы 4,5 – из акта, составленного главным инженером-гидротехником совхоза по исполнительной документации строительства лотков и по результатам осмотра площадей. Несмотря на сомнительность данных граф 3,4,5 можно предположить, что в процессе перенесения проекта в натуру для строительства имеет место смещение запроектированных трасс. Это может происходить либо вследствие утери пунктов планового обоснования, используемого при перенесении проектов в натуру, или недостаточной их точности. Перенесенные трассы каналов-лотков являются раз навсегда установленными границами участков, полей

Таблица П.12

№№ п/п	Название оросителя	Орошаемая площадь, га		
		По проекту	По акту ввода	По данным обмера
1	2	3	4	5
1	30-У-19	94,3	100,5	93,2
2	30-У-20	180,9	197,2	191,0
3	30-У-21	93,9	91,2	92,0
4	30-У-25	87,5	88,7	92,5
5	30-У-28	87,5	71,0	70,0
6	30-У-30	164,7	161,0	161,0
7	30-У-34	195,0	195,0	195,0
8	30-У-45	88,8	90,0	85,2
9	30-У-46	75,9	85,2	83,2
10	30-У-61	83,3	94,7	86,7

севооборотов и хозяйств, поэтому точность их положения должна удовлетворять требованиям не только современной техники, но и техники ближайшего

будущего. Это требует надежного закрепления пунктов опорной разбивочной сети и принятия мер к обеспечению параллельности сторон переносимых в натуру участков, которая не достигается при графическом способе проектирования . [21]

Выводы по главе II.

1. Величина допуска 1-2 см относится к точности изготовления и монтажа элементов лотка, но для расчета влияния погрешности разбивочных работ она становится завышенной, требующей уточнения. В зависимости от допускаемой величины планового смещения m_L на расчетном участке L количество установок опор перед монтажом лотков можно увеличить, если установить допуск лимитирующий размер шва при монтаже.
2. Ошибка изготовления и монтажа элементов лотка, одинаковая для лотков различной строительной глубины, составляет 5-9% от её величины и превышает допустимую, что является главной причиной неправильной оценки качества строительства. При исполнительной съемке можно ограничиться нивелированием верха опор, не прибегая к нивелированию дна и бортов лотка.
3. Общая погрешность строительства в два раза превышает расчетную, а расчленение её величины на систематические и случайные части свидетельствуют о различном качестве строительства лотков, вследствие недостаточной точности разбивочного высотного обоснования. Качество строительства должно быть улучшено повышением точности геодезических измерений.
4. Установленная величина отклонений геометрической формы поперечного сечения эксплуатируемых каналов-лотков более правильно характеризует техническое состояние дна русла, чем вновь построенных и свидетельствует о деформации как самих лотков. Так и оснований опор, о наличии систематических отклонений, образующих постоянный выступ. Величина деформации бортов лотка одинакова для 6 и 8-метровых его конструкций.
5. Изменение значения коэффициента шероховатости и пропускной способности канала-лотка при изменении его геометрической формы, вследствие погрешностей монтажных и разбивочных работ, происходит по

гиперболической зависимости. Меньшие значения коэффициента шероховатости соответствуют лоткам большой строительной глубины.

6. Существующие методы контроля качества строительства каналов-лотков могут быть дополнены или заменены методами последовательного анализа, позволяющими сделать более надежные выводы при малом числе геодезических измерений. Рассмотренная возможность применения этого метода при оценке качества строительства каналов-лотков и качества монтажа лотков по уклону, независимо от его величины, может быть обобщена на аналогичные случаи оценки качества строительства и монтажа элементов каналов в бетонной облицовке коллекторов и дрен.
7. Проектирование трасс каналов-лотков в плане дает возможность получить участки правильной конфигурации, но неравновеликие по площади, из-за сложности рельефа на отдельных участках осваиваемых земель. Наличие значительных отклонений от проекта в площадях участков, перенесенных в натуру требует более тщательного закрепления пунктов планового разбивочного обоснования и принятия мер к обеспечению параллельности трасс каналов-лотков и коллекторов.

ГЛАВА III. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ТОЧНОСТЬ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАНАЛОВ-ЛОТКОВ

3.1. К вопросу анализа точности формул гидравлических расчетов

При установлении необходима точности геодезических работ для целей изыскания, проектирования и строительства гидротехнических сооружений исходя из точности параметров расчетных формул гидравлики, при этом, решая это формулы относительно геодезических параметров, по допустимым ошибкам аргументов определяют допустимые ошибки в значениях параметров. Полученные ошибки принимают в качестве критериев при назначении точности топографо-геодезических измерений во всех стадиях проектирования и строительства.

Несмотря на кажущуюся однозначность решения, в геодезической литературе [4,17,28,32,36,41] аналогичные задачи получил сложные и разнообразные решения. Поэтому при обосновании точности геодезических работ для строительства каналов-лотков возникла необходимость произвести специальный анализ точности параметров формул гидравлических расчетов.

В отличие от упомянутых исследований попытка решения поставленного вопроса сделана на основе теории погрешностей коррелированных измерений. При решении его использованы результаты полевых гидротехнических измерений и принято во внимание, что гидравлический расчет каналов-лотков ведется по формуле равномерного движения воды в канале [31]

$$Q = w \cdot v = v \cdot c \sqrt{R i}, \quad (\text{III. 1})$$

Где: средняя скорость течения воды

$$v = c \sqrt{R i}, \quad (\text{III. 2})$$

Коэффициент Шези по Р. Маннингу

$$c = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \quad (\text{III. 3})$$

Гидравлический радиус

$$C = \frac{w}{x} \quad (\text{III. 4})$$

$x = f(B, h_n)$ – смоченный периметр.

Для оценки точности функций видов (Ш. 1), (Ш. 2) обычно выражают их через независимые аргументы, затем решают задачи по известным правилам теории ошибок.

Однако в этих случаях функции через независимые аргументы, получаемые в результате гидротехнических измерений, практически невозможно. Вследствие этого функциональная зависимость аргументов формул (Ш.1), (Ш.2) приводит и к статистической зависимости между измеренными их значениями. Это ставит под сомнение возможность применения формул теории ошибок при оценке точности функций видов (Ш.1), (Ш.2) [15]. Пренебрежение коррелированностью измеренных значений аргументов может привести к преуменьшенной или преувеличенной оценкам ее точности.

Вместе с этим, трудности решения вопросов, аналогичных поставленному, заключается в установлении значений коэффициентов корреляции между измеренными значениями аргументов. Для этого требуются математическая обработка результатов гидрометрических измерений гидравлических аргументов на однородных каналах, редко встречающихся в практике исследовательских работ. В случае неоднородных каналов может получиться ложная корреляция. Учитывая сказанное, поставленный нами вопрос приближенно решен по правилам теории ошибок коррелированных измерений с использованием результатов измерений однородных величин, характерных для каналов-лотков.

Но менее важным при проектировании каналов-лотков является вопрос, касающийся точности и выбора значения n – коэффициента шероховатости для гидравлических расчетов. При этом, преуменьшение n снижает фактическую пропускную способность каналов-лотков, а преувеличение n может вызвать скорости течения воды в лотке, затрудняющий его нормальную эксплуатацию. Поэтому величину n необходимо устанавливать возможно точнее, что требует всестороннего анализа имеющейся информации о значении n средствами математической статистики.

В геодезической и специальной литературе часто встречаются высказывания о сложности решения вопросов, аналогичных поставленному. Так, по этому

поводу проф. Г.Ф.Глотов в [8] пишет, что “...при проектировании каналов весьма сложным является вопрос о влиянии коэффициента шероховатости не только на выбор уклона дна, но и вообще на весь комплекс гидравлических расчетов”, что n “почти всегда уменьшается с подъемом горизонта воды” [9] Проф. С.Х.Абальянцев [1] пишет “...материалы наблюдений в земляных каналах показывают монотонное увеличение коэффициентов шероховатости с уменьшением размеров потока, на что обратил внимание еще Н.Н. Паловский”.

В отношении значения коэффициенты шероховатости каналов-лотков в [11] отмечается :“Известно, что с увеличением глубины наполнения лотка коэффициент шероховатости уменьшается .Например, в лотке параболического сечения глубиной 80 см, с увеличением глубины наполнения с 19 до 55 см, коэффициент шероховатости уменьшился с 0,0216 до 0,0166, т.е. на 23 %”.

Результаты исследования показывает обоснованность этих высказываний, так как при постоянном значении взаимных выступов по дну и переменной глубине наполнения лотка такое явление становится вполне очевидным.

Несмотря на это, гидравлический расчет каналов – лотков ведется при постоянном значении n ошибка в котором влияет на точность подбора глубины лотка, уклона дна, скорости течения воды, следовательно, и на стоимость всего строительства .

Поэтому анализ точности значений n , установление диапазона их изменений в различных каналах – лотках, оценка точности и надежности полученных результатов представляют теоретический и практически интерес. Результаты анализа позволяют более обоснованно использовать средние квадратические отклонения коэффициентов шероховатости m_n при последующих расчетах, устранить разногласия по выбору n и внести ясность в понятия “ точности” и “отклонения” , нередко отождествляемые в геодезической литературе .

3.2. Анализ точности определения коэффициента шероховатости каналов – лотков

Для установления диапазона изменений значений n в различных каналах – лотках и зависимости между гидравлическими аргументами воспользуемся данными исследования каналов – лотков, заимствованными из отчета

“Определения коэффициента шероховатости каналов-лотков” [24] и приведенными в табл. III. В этой таблице значения:

v - скорости течения воды в канале-лотке, определенные с помощью трубок Пито (гр.2);

h - глубины наполнения, определенные с помощью рейки с полусантиметровыми делениям (гр.3);

i - уклоны , полученные из геометрического нивелирования (гр,4)

n - коэффициенты шероховатости, вычисление по формуле (3) (гр,5); [24]

Исходя из случайного характера n в различных каналах-лотках, проверим предполагаемое распределение его значений с помощью асимметрии S_K и эксцесса E_K , воспользовавшись вычисленными значениями среднего квадратического отклонения m_n и центральных моментов μ , приведенными в табл. III

$$S_K = \frac{\mu_3}{m_n^3} = \frac{0.80}{6.7} \approx 0.12, \quad (\text{III.5})$$

$$E_K = \frac{\mu_4}{m_n^4} - 3 = \frac{32.2}{12.6} - 3 \approx 0.25, \quad (\text{III.6})$$

Далее, сравнивая (III.5) , (III.6) с утроениями значениями своих стандартов, вычисленных по формулам.

$$\sigma_{S_K} = \sqrt{\frac{6}{N}} = 0.52 \text{ и } \sigma_{E_K} = \sqrt{\frac{24.2}{N}} = 1.05, \quad (\text{III.7})$$

При числе наблюдений $N=22$ приходим к предварительному выводу о нормальности распределения значения n .

№ п/п	x_i				$\delta = x_i - x$				Вычисление	
	ϑ $m/\text{сек} \cdot 10^{-2}$	h $m \cdot 10^{-2}$	i 10^{-4}	n 10^{-3}	σ_ϑ 10^{-3}	δ_h 10^{-3}	δ_i 10^{-4}	δ_n 10^{-4}	$m_x = \sqrt{\frac{[\delta x^2]}{N-1}} \cdot 10^{-3}$	$\varphi_{xy} = \frac{K_{xy}}{m_x m_y}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6.2	5.4	3.5	11.4	+7	-4	-2	-2.4	$m_\vartheta = \sqrt{\frac{4940}{21}} = 15.3$	$\varphi_{i\vartheta} = \frac{443}{21 \cdot 15.3 \cdot 1.93} \approx 0.78$
2	5.1	5.8	3.0	13.0	-4	0	-7	-0.54		
3	6.0	4.8	5.3	13.3	+5	-10	15	-0.24		
4	4.4	6.9	2.5	15.0	-11	11	-12	1.46	$m_h = \sqrt{\frac{3740}{21}} = 13.3$	$\varphi_{\vartheta h} = \frac{66}{21 \cdot 15.3 \cdot 13.3} \approx 0.01$
5	4.8	6.5	3.3	15.1	-7	7	-4	1.56		
6	8.0	4.6	1.4	15.8	25	-12	-23	2.26		
7	5.9	3.9	5.0	11.5	4	-19	13	-2.04	$m_i = \sqrt{\frac{82}{21}} = 1.98$	$\varphi_{\vartheta n} = \frac{39}{21 \cdot 15.3 \cdot 1.82} \approx 0.06$
8	7.8	3.3	7.2	10.2	23	-25	35	-3.34		
9	3.4	5.7	1.9	15.1	-21	-1	-18	1.56		
10	3.2	5.9	1.3	13.6	-23	1	-24	+0.04	$m_n = \sqrt{\frac{74}{21}} = 1.89$	$\varphi_{i h} = \frac{316}{21 \cdot 1.89 \cdot 13.3} \approx 0.60$
11	4.4	6.8	2.0	13.3	-11	10	17	-0.24		
12	5.7	5.8	6.0	13.2	2	0	-23	-0.34		
13	5.7	5.6	5.4	15.1	2	-2	17	1.46	$m_n^3 = 6.67$	$\varphi_{i h} = \frac{6.9}{21 \cdot 1.93 \cdot 1.89} \approx 0.09$
14	6.4	6.2	4.0	12.2	9	5	3	-1.34		
15	5.0	5.4	2.0	13	-15	-4	-17	-0.54		
16	4.7	4.8	2.0	10.4	-8	-9	-17	-3.14	$m_n^4 = 12.6$	
17	4.7	4.8	2.5	11.8	-8	-10	-12	-1.74		
18	4.4	4.5	2.5	13.3	-11	-4	-12	-0.24		
19	5.0	4.9	4.5	14.5	-5	-9	8	0.96	$\mu_x = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x)^k}{N}$	$\mu_3 = 0.80$
20	8.0	8.6	4.7	13.8	25	28	10	-0.26		
21	8.8	8.0	8.9	15.5	33	22	52	1.96		
22	4.5	8.2	2.5	17.9	-11	25	-12	4.36		$\mu_4 = 32.2$

Средние
значения;

121.1 127.6 81.4 298.0
5.5 5.8 3.7 13.6

Применение более мощных критериев в данном случае оказалось затруднительным и нецелесообразным ввиду малого числа экспериментальных данных.

Из результатов, полученных в табл. III.1 приведем необходимые для последующих расчетов:

1) значения

$$n \pm m_n = 0.0136 \pm 0.0019, \quad (\text{III.8})$$

первое из них превышает проектное $n_p = 0,012$ на 11%

2) относительное среднее квадратическое отклонение

$$m_n/n = 0,14. \quad (\text{III.9})$$

При малой выборке полученные значения (III.8) являются приблизительными оценками неизвестных значений коэффициентов шероховатости, которые нуждаются в определении надежности с помощью доверительных интервалов. Доверительные интервалы для среднего n и среднего квадратического отклонения значений коэффициентов шероховатости, [33] при $\alpha = 0,95$ и $\vartheta = N - 1$ соответственно оказались $0,0128 < n < 0.0144$ и

$$0.016 < m_n < 0.0026 \quad (\text{III.10})$$

Сравнение n_n и n_p на со значениями (III.10) дает основание предполагать наличие некоторого запаса в значении коэффициентов шероховатости, учитывающего возможные увеличения значения n в процессе эксплуатации, что указывает на его обоснованность по отношению к нормативной.

Теперь рассмотрим вопрос о точности определения значений n по нормативным данным и гидрометрическим измерениям, первое из которых можно рассчитать приемом, аналогичным описанным в по формуле средней квадратической ошибке при равномерном распределении

$$m = \frac{\beta - \alpha}{2\sqrt{3}}, \quad (\text{III.11})$$

Где $\beta - \alpha$ - длина интервала изменения значения случайной величины.

При этом исходим из следующего соображения; в связи с тем, что при расчетах принимается $n_n = 0,015$, вместо рекомендованного $n_p = 0,012$, среднее значения будет $n = 0,0135$ и относительное среднее квадратическое отклонение.

$$\frac{m_n}{n} = \frac{0.015 - 0.0135}{0.0135\sqrt{3}} \approx 0.064 \quad (\text{Ш.12})$$

Что составляет, примерно, половину величин (Ш.9). Поэтому, если при последующих расчетах (Ш.12), то обеспечивается некоторый запас точности в геодезических измерениях.

Относительные средние квадратические ошибки округлений самих значений n_n и n_p соответственно составят;

$$\frac{m_{n_n}}{n_n} = \frac{0.0005}{0.0012\sqrt{3}} \approx 0.025$$

и

$$\frac{m_{n_p}}{n_p} = \frac{0.0005}{0.0015\sqrt{3}} \approx 0.02 \quad (\text{Ш.13})$$

По данным гидрометрических измерений значения коэффициентов шероховатости могут быть определены исходя из (Ш.3) с учетом (Ш.2)

$$n = \frac{R^{\frac{2}{3}} - i^{\frac{1}{2}}}{\vartheta}, \quad (\text{Ш.14})$$

Пользуясь независимыми фиксированными значениями аргументов R , i , ϑ можно вычислить значения функции (Ш.14). Однако сами аргументы R , ϑ и i , ϑ функционально зависимы между собой, подвержены влиянию общих случайных факторов, порождающих коррелированность в результатах их измерений. Поэтому формула средней квадратической ошибки функции (Ш.14), как вообще формуле средней квадратической ошибки функции зависимых аргументов (в том числе формулы точности гидравлических расчетов), получаемых на основе линеаризации функции, может быть представлена в виде

$$\frac{m_n}{n} = \sqrt{\frac{4}{9} \left(\frac{m_R}{R}\right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{m_i}{i}\right)^2 + \left(\frac{m_\vartheta}{\vartheta}\right)^2 - \frac{4}{3} \tau_{\vartheta R} \frac{m_\vartheta}{\vartheta} \cdot \frac{m_R}{R} - \tau_{\vartheta i} \frac{m_\vartheta}{\vartheta} \cdot \frac{m_i}{i}} \quad (\text{Ш.15})$$

n обычно выражается в функции – отношения некоторой характерной высоты выступов к глубине или к гидравлическому радиусу потока”, $\tau_{\theta R}$ (III.15) можно приравнять к $\tau_{\theta h}$. Численные значения коэффициентов корреляции между гидравлическими аргументами, указанными в табл. III.I под обозначениями τ_{xy} представлены в виде нормированной корреляционной матрицы;

$$\tau_{xy} = \begin{pmatrix} \tau_{ii} & \tau_{iv} & \tau_{ik} & \tau_{in} \\ & \tau_{vv} & \tau_{vh} & \tau_{vn} \\ & & \tau_{nn} & \tau_{hn} \\ & & & \tau_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.78 & 0.01 & 0.01 \\ & 1.00 & 0.01 & 0.02 \\ & & 1.00 & 0.60 \\ & & & 1.00 \end{pmatrix} \quad (\text{III.16})$$

Как видно из (III.16)

$$\tau_{hn} = 0,60 \quad (\text{III.17})$$

$$\tau_{i\theta} = 0.78 \quad (\text{III.18})$$

Поэтому их необходимо учитывать при оценки точности результатов, получаемых по расчетным формулам (III.I), (III.14), а результаты измерений остальных аргументов можно считать некоррелированными.

Оценим точность коэффициентов корреляции, применив критерий Р. Фишера z , для $N < 30$. Для этого, вычислив среднее квадратическое отклонение величины z_{xy} определим доверительные интервалы z_{xy} при $\alpha = 0,95$ и, пользуясь крайними их значениями, находим соответствующие значения коэффициентов корреляции;

$$0,60 < \tau_{iv} < 0.91; \quad (\text{III.19})$$

$$0.23 < \tau_{nh} < 0.84. \quad (\text{III.20})$$

Таким образом, функциональная зависимость $f(i), n = f(R)$ при рассмотрении ошибок функции вида (III.14) реализуется как стохастическая. Поэтому при оценке точности формул гидравлических расчетов, [32] расчетных расходов каналов и др. [2] Необходимо учитывать коррелированность их аргументов.

Относительная средняя квадратическая ошибка определения коэффициента шероховатости в зависимости от относительных ошибок измерения величины аргументов, может быть получена с любой требуемой для практики точностью.

Например, задавшись $\frac{m_i}{T} = \frac{m_R}{R} = \frac{m_\theta}{\theta} = \frac{1}{20}$ с учетом $\tau_{iv} = 0.78$ на основе (III.15), получим

$$\frac{m_n}{n} = 0.05 \quad (\text{III.21})$$

Если принять $m_i/i = m_R/R = m_v/v = 0.02$, то

$$m_n/n = 0.03.$$

Таким образом, относительные ошибки определения значений на основе нормативных данных и гидрометрических измерений составят меньшую величину (III.12), (III.21), чем возможна относительные отклонения их значений в различных каналов- лотках (III.9).

3.3. Анализ точности определения минимальных, максимальных и критических уклонов каналов- лотках

Согласно § 5, исходя из значений n и условия обеспечения позаиляемости и нормилной эксплуатации каналов- лотках, значения проектируемых уклонов ограничивают минимальными, максимальными и критическими границами, приведенными в табл. I.I. и назначаемыми на основе допустимой скорости течения воды. Следовательно, точности геодезических измерений обусловливается точности определения величины этих уклонов, отдельно анализируемой в этом параграфе. Подставляя (III.3) в (III.2) и решая его относительно получим

$$i = \frac{\vartheta^2 n^2}{R^{\frac{4}{3}}} \quad (\text{III.22})$$

Величина минимально – допустимой скорости, главным образом, зависит от характера взвешенных в потоке наносов и рассчитывается по видоизмененной формуле проф. С.Х. Абальянца , [7] а также по формуле И.И.Леви [37], которая имеет вид.

$$\vartheta_1 = 0,01 \frac{w}{\sqrt{\alpha}} \sqrt{R} \frac{0.0225}{n} \text{ м / сек} \quad (\text{III.23})$$

Где ϑ_1 -минимальная незаиляющая скорость, м / сек;

w -гидравлическая крупность частиц взвешенных наносов среднего диаметра в м / сек;

α -средний диаметр преобладающей массы взвешенных наносов в мм.

Формула (III.23) справедлива для потоков, не насыщенных частями наносов крупнее 0,25мм и не превышающих 0,01% от объема воды по весу. Значение W в формуле (III.23) устанавливается опытным путем или, при отсутствии опытов, вычисляется формуле, которая для фракций $\alpha < 0,15$ мм имеет вид.

$$W = \frac{q \left(\frac{P_H}{P_B} - 1 \right) d^2}{18 \vartheta}, \quad (\text{III.24})$$

Где P_H -объемная плотность частицы наносов;

P_B - объемная плотность воды;

$$\vartheta = \frac{\mu}{P_B} - \text{кинематический коэффициент вязкости [4]}, \quad (\text{III.25})$$

μ -динамический коэффициент вязкости.

Подставляя (III.23) и (III.22) с учетом (III.24), (III.25) и (I.8), получим

$$i = 1.51 \cdot 10^{-8} \frac{(P_H - P_B)^2 d^3}{\mu^2 R^{\frac{1}{3}}}, \quad (\text{III.26})$$

Логарифмируя, дифференцируя выражение (III.26) по переменным P_H, α, μ, R и переходя к средним квадратическим ошибкам, имеем

$$\left(\frac{m_i}{i} \right)^2 = 4 \left(\frac{m_{P_H}}{P_H - P_B} \right)^2 + 9 \left(\frac{m_d}{\alpha} \right)^2 + 4 \left(\frac{m_\mu}{\mu} \right)^2 + \frac{1}{9} \left(\frac{m_R}{R} \right)^2. \quad (\text{III.27})$$

Выясним значения слагаемых формулы (III.27);

1. Приравнивая объемную плотность частиц наносов к плотности глинистых сланцев, колеблющихся в пределах 2,76-2,88 [35], по формуле (III.11) имеем

$$m_{P_H} = \frac{2.88 - 2.76}{2\sqrt{3}} = 0.035 \quad (\text{III.28})$$

Принимая $P_H = 2,82$, осредненному из крайних значений изменения плотности наносов, и $P_B = 1,02$, получим относительное среднее квадратическое отклонение

$$\frac{m_{P_H}}{P_H - P_B} = \frac{0.35}{2.82 - 1.02} \approx 0.020 \quad (\text{III.29}).$$

2. Вычисленные средние диаметры наносов округляются до 0,01 мм, тогда относительная средняя квадратическая ошибка округления при среднем диаметре наносов $\alpha = 0,1\text{мм}$

$$\frac{m_d}{d} = \frac{m_{окр}}{d} = \frac{0.005}{0.1\sqrt{3}} \approx 0.029 \quad (\text{Ш.30}).$$

3. Скорость осаждения частиц взведенных наносов зависит от вязкости жидкости, которая с увеличением температуры быстро уменьшается. Зависимость от температуры выражается формулой Пуазейле

$$\mu = \mu_0 (1 + 0,0337 t + 0.000221 t^2)^{-1} \quad (\text{Ш.31}).$$

Где t - температура воды $^{\circ}\text{C}$;

μ_0 - динамический коэффициент вязкости воды при $t = 0^{\circ}\text{C}$.

Считая μ_0 постоянным и дифференцируя (Ш.31) по t , принимая среднюю температуру воды 25°C с максимальным отклонением $\pm 3^{\circ}$ и переходя к относительным средним квадратическим ошибкам, при $m_t = 1.07$ согласно (Ш.11), имеем

$$\frac{m_{\mu}}{\mu} = 0.089 \quad (\text{Ш.32}).$$

4. Для выяснения численного значения четвертого слагаемого формулы

(Ш.27) проанализируем точность получения гидравлического радиуса, вычисляемого по формуле (Ш.4). Согласно § 2 лотки изготавливаются в виде параболического сечения (рис Ш.1) причем очертание внутренней поверхности лотка соответствует парабола с уравнением (1.3).

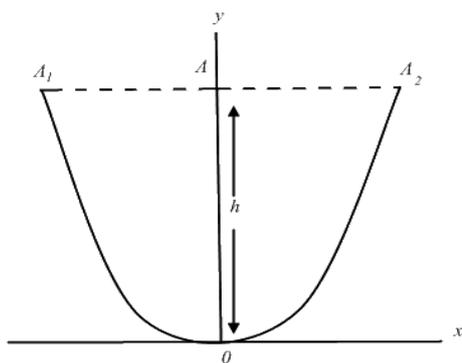


Рис.Ш.1

Вычисление смоченного периметра x (Ш.4) по точной аналитической формуле, выражающей длину дуги $A_1 \tilde{O} A_2$ сложно.

Поэтому, в целях упрощения этой формулы, из уравнения параболы (1.3)

$$x = \sqrt{2py}$$

Вычислим длину дуги $A_1 \delta A_2$ или величину смоченного периметра, равную удвоенной длине дуги δA_2

$$x = 2 \int_0^h \sqrt{1 + \frac{P}{2y}} dy$$

по формуле бинома Ньютона имеем

$$\sqrt{1 + \frac{P}{2y}} = \left(1 + \frac{P}{2y}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{P}{2y} - \frac{P^2}{2 \cdot 4 \cdot 4y^2} + \frac{1 \cdot 3 P^3}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8y^3} \dots$$

И интегрируя находим разложение для

$$x = 2h + \frac{P}{2} \ln h \quad (\text{III.33}).$$

Погрешность вычисления смоченного периметра по этой формуле не превышает 0,5% от x ,

Погрешность вычисления смоченного периметра по этой формуле не превышает 0,5% от x

Подставляя (III.38), (III.33), в (III.4) и заменяя P его значением из (III.24)

$$p = \frac{B^2}{8 h'} \quad (\text{III.34})$$

Имеем

$$R = 10.7 \frac{B h^2}{32 h^2 + B^2 \ln h'} \quad (\text{III.35})$$

Прологарифмировав, продифференцировав (III.35) по B , h и подставляя в полученное выражение значения $B=98$ см и $h=60$ см, затем переходя к средним квадратическим ошибкам, имеем

$$\left(\frac{m_R}{R}\right)^2 = 0.23 \left(\frac{m_B}{B}\right)^2 + 0.21 \left(\frac{m_h}{h}\right)^2 \quad (\text{III.36})$$

При m_B (II.25), m_h (II.5) и m_B (II.33) m_h (II.37) с учетом $B = 98$ см, $h = 60$ см, получим расчетное и экспериментальное значения (III.36), соответственно равное 0,009 и 0,021. Оба эти значения m_R/R малы по сравнению с другими в формуле (III.27). Кроме того, учитывая коэффициенты $1/9$, стоящий перед ним $\left(\frac{m_R}{R}\right)^2$ в (III.27), этим членом можно пренебречь.

Подставляя (III.29), (III.30), (III.32) в (III.27), имеем

$$\frac{m_i}{i} \sqrt{40.020^2 + 90.029^2 + 40.039^2} \approx 0.12. \quad (\text{Ш.37})$$

Выражение (Ш.37) относится определению минимального уклона.

Аналогичным путем можно определить точность максимального и критического уклона, пользуясь формулой [4]

$$i_2 = \frac{q x}{\alpha C_{кр}^2 B_{кр}} \quad (\text{Ш.38})$$

Где $B_{кр}$ - ширина зеркала воды в канале (в дальнейшем индекс $кр$ из аргументов опускается).

Подставляя значения (I.8), (Ш.3), (Ш.33), в (Ш.38) с учетом (Ш.4), (Ш.35) и произведя преобразование, имеем.

$$i_2 = 0.27 \frac{n^2}{\alpha} \left(\frac{32h^2 + B^2 \ln h}{Bh^{\frac{1}{3}}} \right)^{\frac{4}{3}} \quad (\text{Ш.39})$$

Логарифмируя, дифференцируя выражение (Ш.39) по переменным n , α , h , B , подставляя в полученное выражение $B=98$ см $h=60$ см, а затем переходя к средним квадратическим ошибкам, имеем

$$\left(\frac{m_{i_2}}{i_2} \right)^2 = 4 \left(\frac{m_n}{\alpha} \right)^2 + \left(\frac{m_B}{B} \right)^2 + 0.43 \left(\frac{m_B}{B} \right)^2 + 2.62 \left(\frac{m_h}{h} \right)^2 \quad (\text{Ш.40})$$

Эта формула справедлива также при значениях $h = 80, 100, 120$ см . подставляя в (Ш.40), (Ш.12,) $m_\alpha = 0,015$ согласно (Ш.11), по числовым значениям (I.7), (Ш.33) и (Ш.37) получим

$$\frac{m_{i_2}}{i_2} = \sqrt{40.064^2 + 0.015^2 + 0.43^2 0.004^2 + 2.62 0.02^2} \approx 0.13 \quad (\text{Ш.41})$$

При определении точности максимального уклона, в зависимости от расхода канала- лотка глубина наполнения воды (I.6) становится переменной, что ведет к зависимости между величинами n и h формулы (Ш.39). В этом случае, на основе (Ш.40) с учетом $\tau_{nh} = 0.60$ (Ш.17) получим

$$\frac{m_{i_3}}{i_3} = \sqrt{40.064^2 + 0.015^2 + 0.43 0.004^2 + 2.62 0.02^2 + 3.84 0.64 0.02} \approx 0.15 \quad (\text{Ш.42})$$

Обобщая результаты проведенного анализа точности гидравлических расчетов каналов-лотков, можно сделать вывод, что величина относительной средней квадратической ошибки в значении минимального уклона на превышает 12% (Ш.37) и критического 13% (Ш.41), а максимального 15% (Ш.42) от величины самого уклона. Это может служить основанием при выборе высоты сечения топографической основы, используемой при проектировании каналов-лотков, а также выбора способа перенесения проекта в натуре.

3.4. Анализ точности определения площадей участков при проектировании каналов- лотках

Согласно § 5 орошаемые и дренируемые площади участков, определяемые по карте, используются для вычисления расчетных расходов распределителей, коллекторов и дрен. Одной из таких формул, применяемых при вычислении расчетного расхода Q участкового распределителя, имеет вид [16]

$$Q = \frac{P m}{86.4 t \eta} \pi / \text{сек} , \quad (\text{Ш.42})$$

Где P - площадь, орошаемая из участкового распределителя;

m , -поливная норма, м³/га;

η -к.п.д. участкового распределителя;

t - поливной период в сутки.

Вычисляемый по формуле (Ш.43) расчетных расход воды округляется до ближайшего большего 150, 200, 250, л/сек и считается заданным для гидравлического расчета каналов-лотков. Аналогичная цель преследуется и в отношении вычисленных расчетных расходов воды внутрихозяйственного распределителя, коллектора и дрен. В этих случаях нормальное функционирование оросительных, осушительных каналов обусловлено точности расчетных расходов, зависящей в свою очередь от точности определения площадей участков по карте. Поэтому одним из основных факторов, определяющих масштаб топографической основы, используемой при проектировании трасс гидромелиоративных

сооружений и перенесении их в натуре, является необходимая точность определения площадей участков. Она может быть установлена на основе выражения (III.43). Решая его относительно P , дифференцируя по переменным Q и m и переходя к средним квадратическим ошибкам, получим

$$\frac{m_P}{P} = \sqrt{\left(\frac{m_Q}{Q}\right)^2 + \left(\frac{m_m}{m}\right)^2} \quad (\text{III.44})$$

Приняв 50л/сек за предельную ошибку округления величины расчетного расхода $Q=250$ л/ сек, на основе формуле (III.11) получим численное значение первой слагаемой

$$\frac{m_Q}{Q} = 0.116 \quad (\text{III.45})$$

Величина поливной нормк определяется по уравнению [28]

$$m_p = 100h k_1 k_2 (P_n - 0.01 P_n P_s + n), \quad (\text{III.46})$$

в котором аргументы изменяющиеся в пределах границ своих значений:

$$0,08 \leq h \leq 1 \text{ м- расчетный слой почвы;} \quad (\text{III.47})$$

$1,05 \leq k_1 \leq 1.1$ - коэффициент, учитывающей непроизводительные потери воды на испарение во время производства полива; (III.48)

$20 \leq k_2 \leq 1.5$ – коэффициент, учитывающей неравномерность распределения половиной воды; (III.49)

$20 \leq P_n \leq 25$ - полевая влагоемкость расчетного слоя почвы (% объема) для второго гидромодульного района; (III.50)

$63 \leq P_s \leq 68$ - запас воды в расчетном слое почвы перед поливом (% от P_n); (III.51)

$3,5 \leq n \leq 4$ – количество воды, расходуемое на транспирацию и испарение (% объема) (III.52)

Прологарифмировав (III.46), дифференцируя получения и введя обозначение

$$M = P_n - 0.01 P_n P_s + n,$$

Перейдем к средним квадратическим ошибкам

$$\left(\frac{m_{m_i}}{m_i}\right)^2 = \left(\frac{m_h}{h}\right)^2 + \left(\frac{m_k}{k}\right)^2 + \left(\frac{m_{k_2}}{k_2}\right)^2 + \left(\frac{m_{P_n}}{M}\right)^2(1 - 0.01P_n)^2 + \left(\frac{m_{P_n}}{M}\right)^2(0.01P_n)^2 + \left(\frac{m_n}{n}\right)^2 \quad (\text{Ш.53})$$

Подставляя в (Ш.53) средние квадратические отклонения величин (Ш.47), (Ш.48), (Ш.49), (Ш.50), (Ш.52), вычисленных по формуле (Ш.11). имеем :

$$\frac{m_{m_i}}{m_i} = \sqrt{0.065^2 + 0.014^2 + 0.065^2 + 0.127^2 \cdot 0.35^2 + 0.127^2 \cdot 0.22^2 + 0.13^2} \approx 0.108$$

Теперь по (Ш.45) и (Ш.54) получим

$$\frac{m_D}{D} = 0.16 \quad (\text{Ш.54})$$

Полученная $\frac{m_D}{D}$ (Ш.55) является одной из исходных величин при выборе масштаба топографической основы, используемой при проектировании каналов – лотков, рассматриваемом в § 20. Однако, в этом случае, в целях уменьшения влияния (Ш.55) на точность гидравлических расчетов, ее значение должно приниматься с некоторым коэффициентом, обеспечивающим запас точности в измерениях.

Выводы по главе III

1. Точность гидравлических расчетов обуславливает точность топографа – геодезических измерений в стадии проектирования и строительства каналов – лотков. Функциональная зависимость аргументов формул гидравлических расчетов порождает статистическую зависимость между измеренными их значениями, которую следует учитывать при оценке точности геодезических параметров.

2. От точности коэффициента шероховатости зависит точность подбора гидравлических элементов канала, определяющая стоимость его строительства. Эмпирический закон распределения значений коэффициентов шероховатости приближенно следует нормальному. Значения n по различным каналам – лоткам (Ш.9) колеблются в более широких пределах, чем точности их определения по нормативным данным (Ш.12) и по результатам гидрометрических измерений (Ш.21).

3. В зачетении μ_n принятого институтом “Узгипроводхлопок” для гидравлических расчетов, предусмотрен запас точности ,учитывающий возможное его увеличение в процессе эксплуатации. Установленная взаимная коррелированность аргументов R, ϑ, n, i указывает на необходимость учета их значений при анализе точности гидравлических расчетов. Принимая при этом анализе $m_n = 0,064 n$ можно создать запас точности в измерениях .

4. Установленная величина относительной средней квадратической ошибки в значении минимального, максимального и критического уклонов соответственно равная 12 %, 15%, и 13 % , может быть использована при выборе сечения рельефа топографической основы, используемой при проектировании каналов-лотков и выборе способа перенесения проекта в натуру.

5. Точность вычисления расчетных расходов распределительной и коллекторно-дренажной сети зависит от точности определения площадей участков по плану, в свою очередь обусловленной его масштабом. Поэтому установленная относительная средняя квадратическая ошибка в площади участка, равная 16% от его величины, может служить одной из исходных величин при определении масштаба плана, используемого при проектировании каналов – лотков.

Заключение

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных диссертантов, позволяют сделать следующие выводы:

1. Обоснованию точности выполнения геодезических измерений для проектируемая каналов-лотков и коллекторов, изучение погрешностей их строительства и деформации на просадочных и грунтов являются необходимыми при разработке рекомендаций, направленных на обеспечение нормального функционирования этих сооружений.
2. Величина допуска 1-2 см относится к точности изготовленная и монтажа элементов лотка, но для расчета влияния погрешностей разбивочных работ она становится завышенной, требующей уточнения. В зависимости От допускаемой величины планового смещения лотка на расчетном участке количество установок опор перед монтажом лотков можно увеличить, если руководствоваться допуском лимитирующий размер шва при монтаже лотков
3. Ошибка изготовления, монтажа лотков и отметки дна канала-лотка превышают расчетные. Основной причиной различного качества строительство каналов-лотков является недостаточная точность разбивочного обоснования. Правильная оценка и улучшение качества строительства каналов-лотков могут быть осуществлены изменении допуска и повышением точности геодезических изменению
4. Изменение эксплуатационных качеств каналов-лотков различной глубины, вызываемое изменение их геометрической формы за счет погрешностей строительства и последующей деформации лотков происходит приближенно, по гиперболической зависимости. Значение коэффициентов шероховатости приближенно следует нормальному распределению и колеблются в более широких при делах, чем точность их определение.
5. При исполнительной съемки можно ограничиться нивелированием верха опор, не прибегая к нивелированию дна и бортов лотка. Существующие методы контроля качества строительства каналов-лотков и монтажа лотков по уклону,

каналов в бетонной облицовке, коллекторов и дрен могут быть дополнены или заменены методами последовательного анализа, позволяющими сделать надежные выводы при малом числе геодезических измерений.

6. Установленные величины ошибок в значениях уклонов каналов-лотков и в площади участка являются исходными при назначении точности топографо-геодезических измерений для проектирования и выбора способа перенесения проекта в натуру.
7. Для проектирования каналов-лотков с уклонами менее 0,0008 требуются, высотные данные, полученные техническим нивелированием а с уклонами более 0,0008 – по горизонталям плана масштаба 1:5000 с сечением рельефа $h=0,25 -0,5$ м. Выбор направления трасс каналов-лотков на топографической основе масштаба 1:10000 с $h=0,1-1,0$ м. производится с достаточной точностью, чем подтверждается обоснованность масштаба плана и высота сечения рельефа, принятых институтом «Узгипроводхлопок».
8. Для перенесения проектов в натуру целесообразно использовать специальную опорную геодезическую сеть, создаваемую с учетом планового расположения трасс гидромелиоративных сооружений методом полигонометрии и четырехугольников без диагоналей.
9. Точность высотного обоснования для строительства канала-лотка, выбираемая в зависимости от уклона его участков требует нивелирования разной точности. Поэтому, исходя из допустимой ошибки в величине напора воды для полива и необходимой точности планировки целинных земель рекомендуется высотное обоснование создавать нивелированием класса, взамен технического, принятого в настоящее время.
10. Разработанные и предлагаемые методы анализа осадки опор лотков и деформации других гидромелиоративных сооружений на просадочных грунтах позволяют общую их величину расчленить на части, влияющие на командование, на уклон и на гидравлические параметры этих сооружений.

Литература

1. Абальянц С.Х. - Гидравлические сопротивления в земляных каналах. Труды САНИИРИ, №108, Ташкент, Главиздат Министерства культуры Рес.Уз, 1990.
2. Андреев В.Т. - Оценка точности вычисления расхода воды по формуле Шези методом распространения статистической ошибки «Известия ВУЗ ов» «Строительство и архитектура», 1989, №4.
3. Агроскин И.И. и др. - Гидравлика. Д., 1984.
4. Александров Н.Н. и др. - Расчеты точности топографических съемок в районах орошения. М., Геодиздат, 1986.
5. Видуев Н.Г. - Контроль точности геодезических измерений «Геодезия и картография», № 7, 1974
6. - Временные технические указания по производству и приемке работ при строительстве каналов-лотков из сборного железобетона в условиях ЕССН/ Львов «каменяр», 1976
7. - Временные технические указания по проектированию, строительству и эксплуатации каналов-лотков. Ташкент, Стредазгипроводхлопок, 1977. Проект.
8. Голотоф Г.Ф. - О высотном обоснования при строительстве каналов. «Известия ВУЗов» «Геодезия и аэрофотосъемка», №3, 1971
9. Глотов Г.Ф. - О точности высотного обоснования при проектировании водохранилищ. «Известия ВУЗов» «Геодезия и аэрофотосъемка» №3, 1972
10. -Инструкция по внутрихозяйственному землеустройству фермерных хозяйства Узбекской Республики. Ташкент, Узгипрозем, 1978
11. -Итоги работ по применению лотковой оросительной сети в Республики Узбекистан. М., Гипроводхоз, 1976
12. Кемниц Ю.В. -Математическая обработка зависимых результатов измерений. М., «Недра» 1980
13. Кемниц Ю.В. -О применении последовательного анализа Вальда в геодезии. «Геодезия и картография», №12, 1979
14. Кемниц Ю.В. -О зависимости между величинами, изучаемая средствами теории ошибок измерений и способа наименьших квадратов. Труды МИИЗ, вып. 10, М., Геодиздат, 1970
15. Кемниц Ю.В. -Теория ошибок измерений. М., «Недра», 1977
16. Костяков А.Н. -Основы мелиораций. М., Сельхозгиз, 1970
17. Кузнецов В.А. -Геодезические работы при проектировании и

- строительстве гидротехнических сооружений. М., геодезиздат, 1970
18. Ляпин А.Н.,
Окулич-Казарин Э.Л. -Планировка поверхности целинных земель
Голодной степени. Голодная степени. Ташкент,
«Наука», 1974
 19. Мамедов А. -Ирригация и ирригаторы Узбекистана. Ташкент,
Узбекистан, 1981
 20. Маслов А.В. -Способы и точность определения площадей. М.,
Геодезиздат, 1975
 21. Маслов А.В. -Требования к точности проектирования и
перенесения в натуру участков для квадратно-
гнездного посева пропашных культур. Труды
МИИЗ, вып. 3 . М., Геодезиздат, 1979
 22. Маслов А.В.,
Александров Н.Н. -О графической точности определения длин линий
и положения точки на плане. Труды МИИЗ, вып, 2.
М., Геодезиздат, 1977
 23. -Методические указания к рабочему
проектированию горизонтального дренажа.
Ташкент, Стедазгипроводхлопок, 1975
 24. -Научно- технический отчет на тему: «Определение
коэффициента шероховости каналов-лотков».
Ташкент, Средазгипроводхлопок. 1977
 25. Ничипорнич А.А.,
Цыбульник Т.Н. - Прогноз осадок гидротехнических сооружений на
связанных грунтах. М., Госиздат, лит-ра по
строительству, архитектуре и строительных
материалов, 1961
 26. -Опыт применения лотковых оросительных систем
в Голодной степи. Ташкент, Средазгипроводхлопок,
1969.
 27. -Основные положения по проектированию
топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000,
1:1000 и 1:500. М., ГУГК, 1970.
 28. -Отчет по теме 08,05; «Разработка основных
положений по выбору масштабов и высоты сечения
рельефа крупномасштабных планов 1:500-1:5000
различного назначения» (Мелиоративное
строительство). Новосибирск, НИИНГ, 1973.
 - 29.
 30. Пентковский М.В. -Номография. М.-Л., Госиздат технико-
теоритической лит-ры, 1949
 31. Пославский В.В. - Голодная съепь- школа передового опыта
орошения и освоения пустынных земель.
«Гидротехника и мелиорация», №4, 1970
 32. Романюк А.А. - Одопускаемой ошибке определения уклонов

- оросительных каналов с бетонной облицовкой
Гидравлика и гидротехника, вып. 13. Киев, изд-во
техники, 1971
33. Смирнов Н.В.,
Бедугин Д.А. - Теория вероятностей и математическая статистика
в приложении к геодезии М., «Недра», 1969
34. СНИП П-И. 3-62. -Сооружения мелиоративных систем. Нормы
проектирования. М., Стройиздат, 1962
35. СНИП Ш-И. 3-62. -Сооружения мелиоративных систем. Правила
строительства, производства работ и приемки в
эксплуатацию. М., Стройиздат, 1963
36. Соберайский К.С. -Геодезические работы для строительства
оросительных и осушительных систем. М.,
Госгеолтехиздат, 1963
37. -Технические указания по проектированию
оросительных систем ч.Ш. М., Гипроводхоз.
38. -Технические условия на строительство каналов на
сборных железобетонных лотков. Ташкент,
Средазгипроводхлопок, 1967.
39. -Типовые проекты секции из лотков
параболического сечения на расходы воды до 5
м³/сек. Ч.74. Альбом 1.М., Гипроводхоз, 1966.
40. -Указания по производству натурных наблюдений и
исследований на гидротехнических сооружениях
водохозяйственных систем. М., Союзводпроект,
1971
41. Фахрутдинов И.М. - Выбор планого картографического материала для
проектирования внутриводхозяйственной
оросительной сети. Труды ТИИИМКХ, вып.27,
Ташкент, 1966
42. Чугаев Р -Гидравлика. Л., 1971
43. Шугаев В. -Абейц Г.С.- Лотки-оболочки водоводов. М., Изд-во
лит-ры по строительству, 1967