

ГЕОМААЛЫМАТ СИСТЕМАЛАРЫН КОЛДОНУП ИРРИГАЦИЯЛЫК-ДРЕНАЖДЫК ИНФРАСТРУКТУРАНЫ ИНВЕНТАРЛОО

Төлөнбек у. Ч.⁽¹⁾, Бейшембек у.Т.⁽²⁾, Мамбетов Ж.А.⁽³⁾, Чымыров А.У.⁽⁴⁾

⁽¹⁾Н.Исанов атындагы КМКТАУнун “Геодезия жана геоинформатика” кафедрасынын магистранты, tolonbekchyngyz@gmail.com

⁽²⁾Н.Исанов атындагы КМКТАУнун “Геодезия жана геоинформатика” кафедрасынын магистранты, tolosun.sherimbekov.96@mail.ru

⁽³⁾“Жер жана козголбос мүлк” ЖЧКнын директору, Бишкек ш., mambetov56@mail.ru

⁽⁴⁾Н.Исанов атындагы КМКТАУнун “Геодезия жана геоинформатика” кафедрасынын доценти, т.и.к., akylbek2005@yahoo.com

Аннотация. Бул макалада 200 Суу пайдалануучулар ассоциацияларынын (СПА) чарбалык ирригациялык жана дренаждык инфраструктураларын геомаалымат системаларын колдонуп инвентарлоо, аларды пайдаланууну пландоо жана санариптик карталарын түзүү иштери каралган. Бул сыяктуу заманбап технологияларды колдонуу Кыргыз Республикасынын социалдык-экономикалык өнүгүшү үчүн абдан маанилүү болгон сугат жерлерин пайдалануунун эффективдүүлүгүн жогорулатууга мүмкүнчүлүк берүүдө.

Өзөк сөздөр: Геомаалыматтык система, инвентарлоо, СПА, GPS, санариптик карта.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ИРРИГАЦИОННО-ДРЕНАЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Төлөнбек у. Ч.⁽¹⁾, Бейшембек у.Т.⁽²⁾, Мамбетов Ж.А.⁽³⁾, Чымыров А.У.⁽⁴⁾

⁽¹⁾магистрант кафедры “Геодезия и геоинформатика” КГУСТА им. Н. Исанова, tolonbekchyngyz@gmail.com

⁽²⁾магистрант кафедры “Геодезия и геоинформатика” КГУСТА им. Н. Исанова, tolosun.sherimbekov.96@mail.ru

⁽³⁾Директор ОсОО “Земля и недвижимое имущество”, г.Бишкек, mambetov56@mail.ru

⁽⁴⁾Доцент кафедры “Геодезия и геоинформатика” КГУСТА им. Н. Исанова, к.т.н, akylbek2005@yahoo.com

Аннотация. В данной статье представлены результаты работ по инвентаризации и подготовке планов управления ирригационно-дренажной инфраструктуры внутрихозяйственных систем и создания цифровых карт для 200 Ассоциаций водопользователей (АВП) с использованием геоинформационных систем. Применение таких современных технологий позволяет эффективно использовать поливных земель, играющих важную роль в социально-экономическом развитии Кыргызской Республики.

Ключевые слова: Геоинформационная система, инвентаризация, АВП, GPS, цифровая карта

INVENTORY OF THE IRRIGATION AND DRAINAGE INFRASTRUCTURE BY USING GEOINFORMATION SYSTEMS

Tolonbek u.Ch.⁽¹⁾, Beishembek u. T.⁽²⁾, Mambetov J.A.⁽³⁾, Chymyrov A.U.⁽⁴⁾

⁽¹⁾ undergraduate of the department “Geodesy and Geoinformatics” KSUCTA named after N. Isanova, tolonbekchyngyz@gmail.com

⁽²⁾ undergraduate of the department “Geodesy and Geoinformatics” KSUCTA named after N. Isanova, tolosun.sherimbekov.96@mail.ru

⁽³⁾ Director of LLC “Land and Real Estate”, Bishkek, mambetov56@mail.ru

⁽⁴⁾ Associate Professor of the department “Geodesy and Geoinformatics” KSUCTA named after N. Isanova, Ph.D., akylbek2005@yahoo.com

***Abstract.** The inventory and preparation of management plans for the on-farm irrigation and drainage (I&D) infrastructure and digital map development for 200 Water user associations (WUA) by using Geoinformation Systems are discussed in this article. Application of such contemporary technologies allow the efficient use of irrigated land, which is very important for the socio-economic development in the Kyrgyz Republic.*

***Key words.** Geographic Information System, inventory, WUA, GPS, digital map*

Введение

Водные ресурсы являются одним из наиболее важных компонентов природной среды, которые очень быстро изменяются под влиянием хозяйственной деятельностью человека. От рационального использования этих ресурсов, сохранения их надлежащего качества зависит благополучие населения и устойчивое развитие экономики республики [1].

Кыргызская Республика обеспечена немалыми водными ресурсами, включая свыше 3500 рек и ручьев, чей среднегодовой сток оценивается в 47 км³, из которых Кыргызская Республика, согласно условиям международных соглашений с соседними странами, может отбирать не более 12 км³. Из выделенных Кыргызской Республике 12 км³, до 90 процентов используются для орошаемого сельского хозяйства, 7 процентов – для промышленности, и еще 3 процента – на прочие нужды, включая питьевую воду [2]. Хотя производство гидроэнергии и не подходит к использованию энергоресурсов потребительски, оно играет важную роль в регулировании характера речного стока, оказывая существенное воздействие на водоснабжение орошаемых территорий ниже по течению.

С 2000 года заметно сократились конкуренция и конфликты, связанные с использованием воды на внутрихозяйственном уровне, в то время как расходы на управление, эксплуатацию и техническое обслуживание (УЭиТО) внутрихозяйственных ирригационно-дренажных (ИД) систем увеличились в результате формирования функционирующих и эффективных ассоциаций водопользователей (АВП), осуществляющих управление внутрихозяйственными системами [3].

Сбор паспортных данных, карт и схем внутрихозяйственной ИиД системы АВП

В ходе работы был выполнен сбор и первичная обработка существующих карт, схем, чертежей, паспортных данных, имеющих отношение к ИД инфраструктуре внутрихозяйственных систем по 200 отобраным АВП в семи областях. Все материалы были изучены, проведены оценка и анализ их качества и точности, уточнены их соответствие к современному состоянию ирригационно-дренажных систем.

Выполнение полевых работ

Сбор общей информации о каждом отобранном АВП с помощью применения установленных форм исследования и вся собранная информация введена в одну таблицу для каждого отобранного АВП. Была получена нижеследующая общая информация о каждом отобранном АВП:

- источник воды (перечень дается отдельно с указанием обслуживаемой площади по отдельности);
- виды почв и уклоны с разбивкой между верхней, средней и нижней зонами площади обслуживания АВП;
- основные виды выращиваемых культур с разбивкой между верхней, средней и нижней зонами площади обслуживания АВП;
- вопросы, связанные с ожиданиями уровня обслуживания (УО) АВП.

Проведена инвентаризация каналов, дрен и любых других соответствующих сооружений внутрихозяйственной системы, управляемых отобранными 200 АВП с помощью применения установленных форм исследования.

Инвентаризация была частично выполнена пешком с начала и до конца каждого канала и дрены, используя мерные геодезические ленты и высокоточные геодезические приборы (GNSS/GPS, тотальные станции) для измерения протяженности каждого участка канала и дрены, а также каждого гидротехнического сооружения с нанесением пикетов (ПК).

• Произведён сбор следующей информации о каждом канале, дрене и сооружении:

- Название;
- Обслуживаемая площадь;
- Вид канала, дрены или сооружения;
- Гидропосты и водомеры;
- Мосты и мостовые переезды;
- Водовыпуски- шлюзы, водопроводящие и сопрягающие сооружения;
- Насосные станции на орошение;
- Прямолинейные схемы каналов.
- Протяженность с начала и до конца каждого канала и дрены с нанесением

ПК;

• Запись средней секции канала на каждом участке как показано в форме (параметры поперечных сечений);

Исследованы и документированы форма и основные размеры каналов, дрен и сооружений, включая длину акведуков, дюкеров и др. Проведены оценки физического состояния и эксплуатационных характеристик каждой секции каналов, дрен и сооружений. Отдельно изучены бетонные сооружения и металлические части или компоненты на каждом сооружении.

Полевые съемки выполнены с использованием высокоточных геодезических

приборов (GNSS/GPS, тотальные станции) в системе координат WGS-84 для всех каналов и сооружений вдоль каждого канала и дрены по 200 АВП.

Далее была подготовка цифровых карт с указанием всех каналов, коллекторов, дрен и гидротехнических сооружений, расположенных в зоне обслуживания 200 АВП с использованием существующих бумажных и цифровых карт, дополненных сбором данных GNSS/GPS прибором, а также спутниковых снимков.

Подготовка формы акта проверки технического обслуживания (ТО) (дефектной ведомости) для каждого отобранного 200 АВП, была выполнена с указанием требования для техобслуживания и (небольшого) ремонта для всех каналов, дрен и гидротехнических сооружений, расположенных в зоне обслуживания АВП. Необходимо было указать для каждого канала, дрены и гидротехнического сооружения, требующего проведения техобслуживания и (небольшого) ремонта следующее:

- Вид актива;
- Месторасположение, длина и/или размер;
- «Приоритетность», «Должен быть выполнен в срок», «категория техобслуживания» и «объем/размер ремонта» должны определяться в сотрудничестве с директором АВП и/или инженером АВП.
- Площадь воздействия;
- Фото или схема и детали необходимых видов работ, включая сметный расчет объемов работ.

Обработка данных полевых работ

Результаты полевых работ занесены в формы (форма инвентаризации АВП, формы инвентаризации каналов и сооружений, формы актов проверки технического обслуживания).

В форме инвентаризации активов АВП заполнены следующие данные:

1. Общая информация об АВП:
 - Местоположение (область, район, наименование АВП).
2. Информация об источниках воды, применяемых АВП:
 - Наименование источника;
 - Тип источника;
 - Поливная площадь.
3. Информация об уклонах, типах почв и основных культурах, выращиваемых в верхней, средней и нижней части территории АВП.
4. Комментарии по требуемому уровню обслуживания.

В форме инвентаризации каналов АВП заполнены следующие данные:

1. Общая информация о канале:
 - Наименование канала;
 - Тип канала;

- Статус обслуживания;
- Расход;
- Фактическая обслуживаемая площадь;
- Название канала старшего порядка;
- Тип старшего канала;
- Год строительства;
- Запись протяженности от начала и до конца каждого участка канала со всеми параметрами, включая запись параметров всех сооружений на канале и включая обслуживаемую площадь и вид облицовки;
 - Запись вида активов;
 - Оценка физического состояния и эксплуатационных характеристик.

На 1 декабря 2017 года завершены полевые работы по инвентаризации внутрихозяйственных каналов и сооружений 200 АВП. До начала работ по инвентаризации собраны паспортные данные всех 200 АВП. Эти паспортные данные были составлены во времена Советского Союза (бывших колхозов и совхозов). После завершения полевых работ все данные по инвентаризации занесены в формы таблиц по инвентаризации каналов АВП. Кроме того, на основе данных этих форм заполнены таблицы №1 и №2 по разработке планов УИИ, которые будут вывешиваться в офисах АВП. Как показывают результаты, до проведения инвентаризации общая протяженность внутрихозяйственных каналов 200 АВП составляла 7100,15 км, количество ГТС составляло 9264 единиц, а после проведения инвентаризации фактическая протяженность составила 7854,80 км, а количество ГТС - 24232 единиц. Сравнительный анализ протяженности внутрихозяйственных каналов и количества ГТС в 200 АВП в разрезе областей показаны в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ результатов выполненных инвентаризационных работ с паспортными данными АВП

| № п/п | Наименование областей | Кол-во АВП | До инвентаризации | | После инвентаризации | |
|-------|-----------------------|------------|-------------------|----------------|----------------------|----------------|
| | | | Протяженность, км | Кол-во ГТС, шт | Протяженность, км | Кол-во ГТС, шт |
| 1 | Баткенская | 12 | 533,51 | 1188 | 552,36 | 2417 |
| 2 | Ошская | 41 | 1417,95 | 869 | 1255,00 | 2266 |
| 3 | Жалал-Абадская | 32 | 1324,47 | 752 | 1629,40 | 2249 |
| 4 | Чуйская | 33 | 1268,42 | 3015 | 1176,20 | 5752 |
| 5 | Иссык-Кульская | 30 | 1131,69 | 2298 | 1547,60 | 8501 |
| 6 | Нарынская | 22 | 732,11 | 668 | 794,32 | 1462 |
| 7 | Таласская | 30 | 692,00 | 474 | 899,88 | 1585 |
| | Итого: | 200 | 7100,15 | 9264 | 7854,80 | 24232 |

Подготовка цифровых карт

В настоящее время Кыргызская Республика постепенно переходит от бумажных

данных к электронному варианту данных. По этой причине создаются геоинформационные системы (ГИС) каждой отрасли страны [4,5,6]. Для создания ГИС наиболее удобным программным обеспечением является ArcGIS. Эта программа позволяет увязывать текстовые и табличные данные с картографическими материалами. Для создания цифровых карт за основу использованы картографические материалы в масштабах 1: 10000 и 1: 25000.

Описание работ по созданию цифровой картографической продукции

Основой цифровых карт являются картографические материалы масштаба 1:10000 и 1:25000. Были собраны необходимые картографические материалы для 200 АВП подлежащих к оцифровке карт. Векторизация карт производится последовательно по этапам. Данная работа состоит из 6 этапов:

1. Сканирование картографических материалов.
2. Сшивка листов картографических материалов.
3. Гео-привязка картографических материалов.
4. Оцифровка картографических материалов.
5. Заполнение базы данных (заполнение атрибутивных данных).
6. Этап- компоновка и распечатка картографических материалов.

Сканирование было проведено цветное с минимальным разрешением 400 dpi. Все картографические материалы отсканированы в высоком качестве и сохранены в несжатом формате TIFF. Обработка отсканированных картографических материалов производилась при помощи прикладного программного обеспечения, из семейства Adobe Photoshop CS6. Для улучшения качества картографических материалов выполнялась камеральная обработка на профессиональных прикладных программных обеспечениях семейства Adobe Photoshop.

Геопривязка картографических материалов осуществлялась программным обеспечением ArcGis [7,10]. При наличии космических изображений на территории АВП были использованы космоснимки (рис. 1). Геопривязка выполнена по 20-30 GPS точкам с применением трансформации полиномом 2-го порядка. Вместе с согласованным результатом были предоставлены: электронные файлы с сырыми данными о GPS наблюдениях; геобазы данных с геопривязанными растровыми и векторными картами; описание фактического метода полевой съемки; перечень точек, включая номер, координату X, координату Y, и высоту H, где проводились наблюдения; полный перечень информационных слоев, их полное описание и содержание (табл. 2) [8,9].

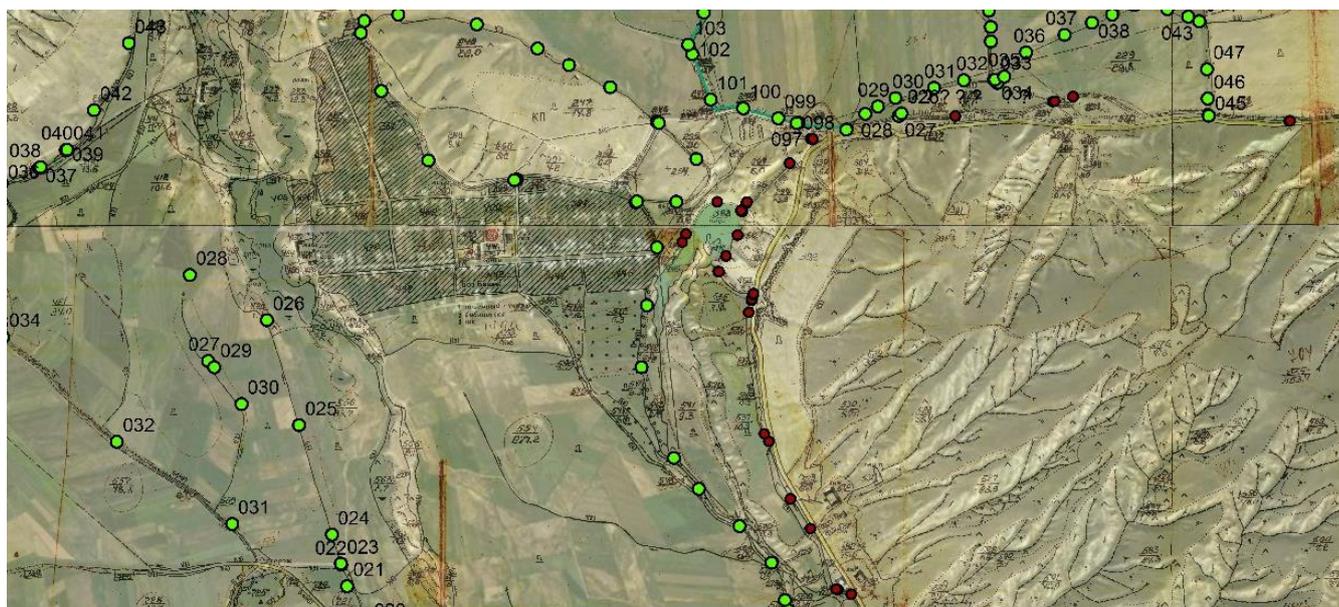


Рисунок 1. Геопривязка растровых картографических материалов с использованием точек GPS съемки и космических снимков

При оцифровке были соблюдены основные правила цифрового картографирования по слоям картографических объектов.

В векторных слоях электронной карты после инвентаризации введены атрибуты –непространственная информация о географическом объекте, обычно хранящаяся в таблице и связанная с объектом уникальным идентификатором. В наборах растровых данных, информация, связанная с каждым уникальным значением, находится в ячейках растра. Атрибутивные данные введены, изменялись вручную в соответствии данными из картографического материала. Каждый векторный слой имеет информацию об объектах [8].

Таблица 2. Атрибутивные данные точек GPS съемки (сокращённый формат)

| FI D | Shape * | Latitude | Longitude | y_proj | x_proj | altitude | time |
|-------------|----------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------------|
| 0 | Точка ZM | 42.38184 1 | 78.049139 | 42.38184 1 | 78.04913 9 | 1778.04 | 23.06.201 7 3:48 |
| 1 | Точка ZM | 42.38414 4 | 78.053089 | 42.38414 4 | 78.05308 9 | 1777.48 | 23.06.201 7 3:56 |
| 2 | Точка ZM | 42.38416 2 | 78.053143 | 42.38416 2 | 78.05314 3 | 1778.45 | 23.06.201 7 3:57 |
| 3 | Точка ZM | 42.38559 1 | 78.055577 | 42.38559 1 | 78.05557 7 | 1777.19 | 23.06.201 7 4:01 |
| 4 | Точка ZM | 42.38608 8 | 78.056386 | 42.38608 8 | 78.05638 6 | 1777.27 | 23.06.201 7 4:03 |
| 5 | Точка ZM | 42.38631 | 78.056702 | 42.38631 | 78.05670 2 | 1777.27 | 23.06.201 7 5:00 |

Компоновка тематической карты были выполнены посредством программного обеспечения ArcGIS. Были проведены границы оформляемой территории и её расположения относительно рамок, а также размещены внутри рамок и на полях карты её названия, легенды и, по требованиям пользователей, дополнительные карты, графики и т.п. [9,10].

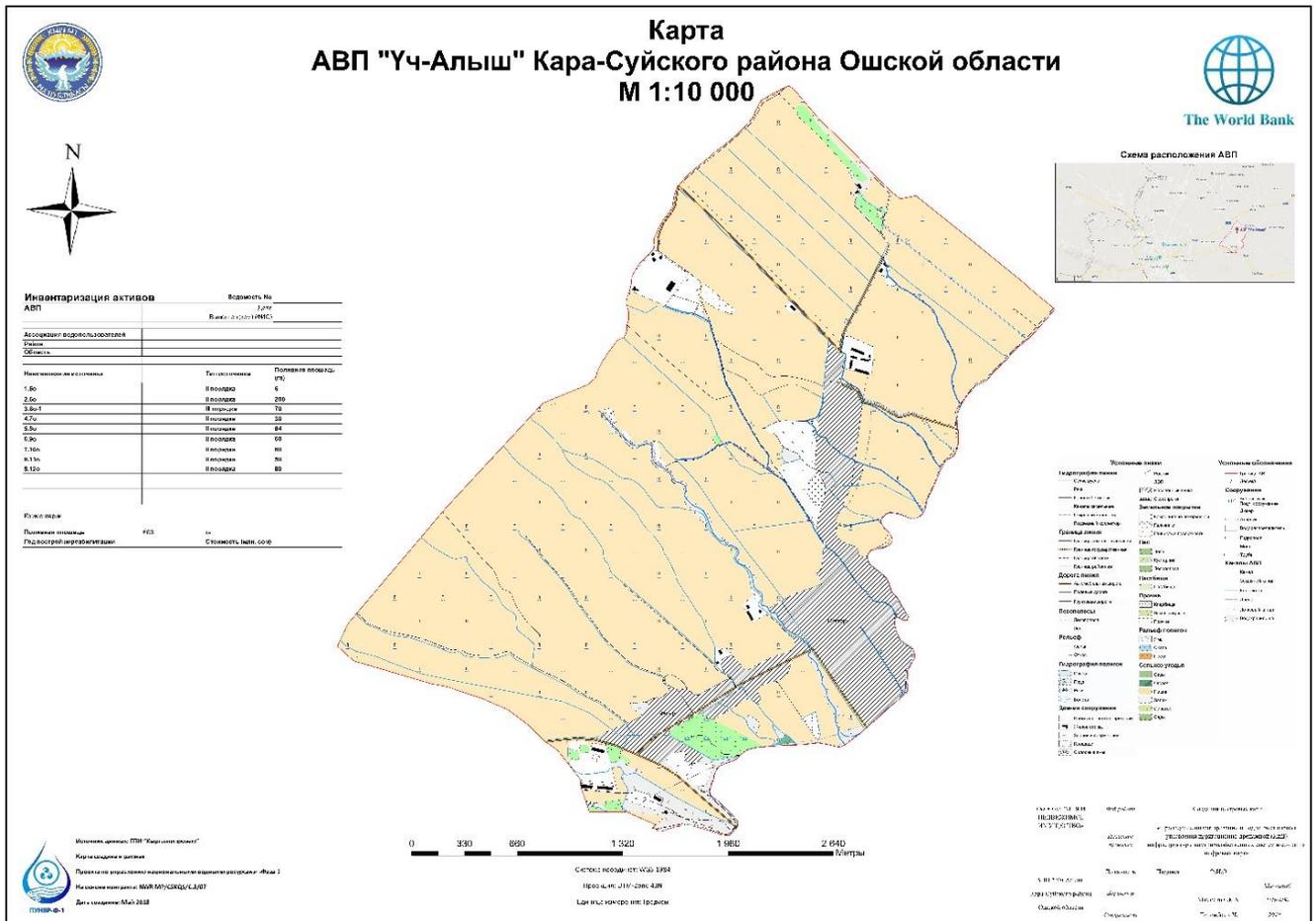


Рисунок 2. Компонованная электронная карта

При создании карт были соблюдены следующие требования:

- наглядность - возможность быстрого обзора и восприятия наиболее важных элементов содержания карты. выполнено генерализации элементов содержания и правильный подбор условных обозначений и оформления карты (рис. 2);
- измеримость - возможность использования карты для решения вопросов;
- информативность – использование условных знаков.
- читаемость – различимость деталей элементов картографического изображения);
- достоверность – правильность сведений, даваемых картой на определенную дату;
- точность – степень соответствия местоположения точек на карте их местоположению в действительности.

Заключение

Инвентаризация и подготовка планов управления ирригационно-дренажной инфраструктурой внутрихозяйственных систем 200 отобранных АВП были выполнены с применением программного комплекса ArcGIS 10.4, приёмников GPS, современных методов ГИС и материалов дистанционного зондирования Земли. В ходе анализа результатов работы были выявлены значительные изменения в протяженностях каналов, коллекторно-дренажных сетей и в количествах гидротехнических сооружений.

По сравнению с официальными данными на 2016 год, по республике общая протяженность каналов увеличена на 754,7 км, из них в земляном русле на 446,8 км, облицованные каналы на 369,1 км, лотковые сети на 44,2 км, трубопроводы на 40,4 км, при эт

ом сокращены протяженности оросительных сетей из Г-образных блоков на 52 км и с прочими антифильтрационными одеждами на 93,5 км.

Анализ также показывает, что значительные изменения произошли в общих протяженностях каналов во всех областях, кроме Баткенской области. Такие изменения объясняется тем, что в постсоветское время внутрихозяйственная оросительная система находилась на балансе сельскохозяйственных предприятий. С проведением аграрно-земельной реформы в республике, внутрихозяйственные оросительные сети сельскохозяйственных предприятий переданы территориальным ассоциациям водопользователей. С момента передачи до 2017 года не была проведена инвентаризация активов.

Предлагается дальнейшее продолжение инвентаризации и подготовки планов управления ирригационно-дренажной инфраструктурой в Кыргызской Республике современных методов ГИС, GPS и дистанционного зондирования Земли. Разработанные базы геоданных и методика могут быть успешно внедрены во всех АВП страны, предприятиях водного хозяйства и мелиорации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Чодураев, Т. М.** *Охрана и рациональное использование водных ресурсов Кыргызстана / Т. М. Чодураев, К. О. Молдошев. [Электронный ресурс] – Режим доступа: journals.manas.edu.kg/reforma/oldarchives/2002-1-13/10_805-3458-1-PB.pdf.*
2. **Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В.** *Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. Бишкек: Илим, 2006. 276 с.*
3. *Департамент водного хозяйства и мелиорации (ДВХиМ). Проект Управления Национальными Водными Ресурсами - фаза 1 (ПУНВР). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://documents.worldbank.org/curated/en/561841468046847360/text/E43890RUSSIAN000Box382090B00PUBLIC0.txt>*
4. **Чымыров А.У., Алимбекова Н.А., Чымбылдаев Н.Т.** *Создание базы геоданных и обновление карт пастбищ Кыргызстана. Журнал «Вестник КРСУ», 2017 год, Том 17, № 12. С. 132-136.*
5. **Никанорова А.Д., Дронин Н.М.** *Геоинформационная система как инновационный подход для оптимизации использования водных ресурсов в орошаемом земледелии Ферганской долины. Журнал «Инновации и инвестиции (Москва), № 12. С. 83-86.*
6. **Королев Ю.К.** *Общая геоинформатика. – М.: СП” Дата+”, 1998. 118 с.*
7. **Кошкарев А.В., Тикунов В.С.** *Геоинформатика. Справочное пособие. М.: 1997. 213с.*
8. **Дейт К.Дж** *Введение в системы баз данных = Introduction to Database Systems. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1071 с.*
9. *ГИС Технологии: – Режим доступа: <http://www.gistech.ru/>*
10. *Пособие по изучению ArcGis «Начало работы с ArcGis 10.1». -М., 2012*