

# **Раздел I Гидромелиорация**

**Саипов Борошил, Аскаралиев Бакытбек Оокенович, Другалева Елена Эдуардовна,  
Садабаева Джылдызкан Колхозбековна.**

*Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И.Скрябина*

## **РАСЧЕТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Аннотация:** В статье выполнены расчеты водопотребления для условий Чуйской долины. Для адаптации существующих режимов орошения к условиям разной обеспеченности осадками использована программа «CROPWAT - 8.0», которая разработана на основе метода расчета эвапотранспирации культур, предложенные Пенманом-Монтеитом.

**Annotation:** In the article, calculations of water consumption for the conditions of the Chui Valley have been performed. To adapt the existing irrigation regimes to conditions of different rainfall availability, the "CROPWAT-8.0" program was used, which was developed on the basis of the method for calculating crop evapotranspiration, proposed by Penman-Monteith.

**Ключевые слова:** расчеты водопотребления, адаптация, программа «CROPWAT - 8.0», метод расчета, эвапотранспирация, сельскохозяйственная культура, уравнение Пенман-Монтеита.

**Өзөктүү сөздөр:** суу керектөө эсеби, адаптация, «CROPWAT - 8.0» программы, эсептөө методу, эвапотранспирация, айыл чарба өсүмдүктөрү, Пенман-Монтеиттин төндемеси.

**Keywords:** calculations of water consumption, adaptation, "CROPWAT-8.0" program, calculation method, evapotranspiration, crops, Penman-Monteith equation.

**ВВЕДЕНИЕ.** В условиях возрастающего дефицита качественной пресной воды, роста цен на энергоносители, ухудшения экологического состояния орошаемых земель актуальным становится разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных технологий [1]. Мелиорированные земли являются гарантированным средством производства сельскохозяйственной продукции независимо от климатических зон. Более того, правильное использование ирригационного фонда позволяет повышать рентабельность производства в несколько раз по сравнению с богарным земледелием [2]. Практически все культуры увеличивают урожайность в два или более раз, если к каждой из них подобрать оптимальный режим орошения и соответствующую технику полива.

Грамотное использование орошаемой техники и соблюдение научно обоснованного режима орошения сельскохозяйственных культур позволяет перейти на экологически чистое производство овощей, ягод и плодов, а также кормовых и других культур, увеличить коэффициент использования земли в два или более раз, производить качественную продукцию на уровне европейских стандартов.

Широкое применение научного подхода к мелиорации земель позволит в кратчайшие сроки перейти к высокорентабельному и экологичному производству.

Исследованиям вопросов по установлению научно обоснованного режима орошения – сроков, норм и количества поливов в орошаемом земледелии посвящены работы известных ученых: В.В. Шабанова, Б.Саипова, Дж.А. Суюмбаева, А.В. Пановой и др. Однако недостаточно изученным остается вопрос информационного обеспечения, оценки климатических условий и своевременного расчета декадного и суточного водопотребления (эвапотранспирации) сельскохозяйственных культур.

**Материал и методы исследований.** Материалом для проведенных исследований было разработать прогноз водопотребления кукурузы (на зерно) и сформировать график

поливов с использованием специального программного обеспечения. Для исследований применена программа CROPWAT 8.0, которая создана ФАО ООН в 2009 г. [5]

Исследования по этому направлению проведены с использованием специальных методик по применению информационных технологий в сельском хозяйстве [6].

Для адаптации программы CROPWAT 8.0 мы использовали результаты полевых исследований, проведенных на землях Учебно-опытного хозяйства и Образовательно-научно-инновационного центра по сельскому хозяйству (ОНИЦ) Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. Опытные участки расположены в Чуйской долине Кыргызстана в Сокулукском районе в 20 км от города Бишкек в зоне неглубокого залегания и первичного выклинивания пресных грунтовых вод (рис.1).

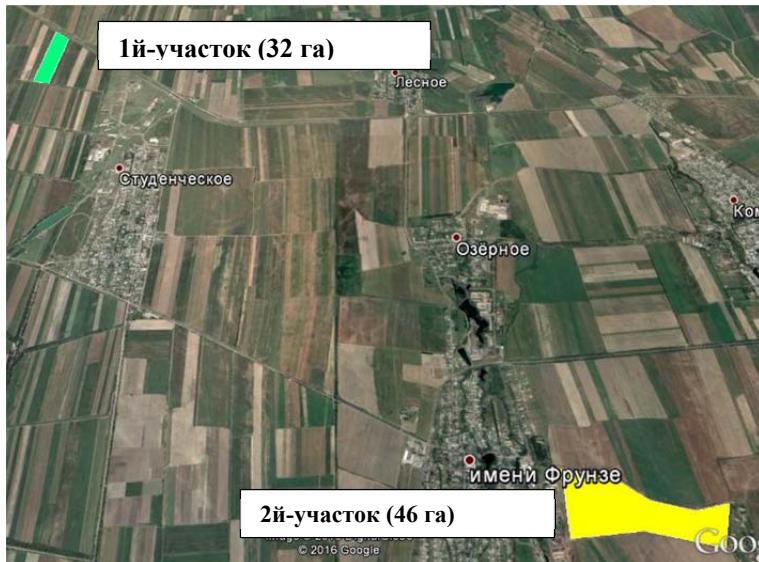


Рис.1. Общая карта учхоза КНАУ им.К.И.Скрябина

**1-й-участок (32 га).** Орошающийся массив с запада окаймлен открытой осушительной дреной (дебит  $q=200$  л/с), с севера – каналом Совхозный ( $Q=20 \text{ м}^3$ ). Объект исследования представляет собой орошающийся массив прямоугольной конфигурации площадью 32 гектара (рис.2), где выращиваются сельскохозяйственные культуры, кукуруза и бахчевые, орошение которых ведется поверхностным способом. Поступление оросительной воды осуществляется из открытого коллектора К-10-2 глубиной 4 м через насос и транспортирующий закрытый трубопровод длиной 150 м.

**2-й-участок (46 га).** Орошающийся массив с севера граничит объездной дорогой Бишкек, с запада селом Фрунзенским, с юга с землями фермерских хозяйств Фрунзенского айылного аймака и с востока дачными участками. Объект проектирования представляет собой орошающийся массив неправильной конфигурации площадью 46 гектар (рис.3), где выращиваются сельскохозяйственные культуры, преимущественно кукуруза, орошение которых ведется поверхностным способом. Источником орошения является Западный большой Чуйский канал (ЗБЧК). Поступление оросительной воды в орошающийся массив осуществляется из открытых оросительных каналов Р-11, Р-11-3, Р-11-3-1.

Нами был проведен анализ технического состояния оросительной и коллекторно – дренажной сетей Сокулукского района, который приведен в табл.1. Данный анализ позволил оценить, насколько применяемые технологии полива отвечают общепринятой технологии выращивания сельскохозяйственных культур на поливных землях при имеющейся водообеспеченности.

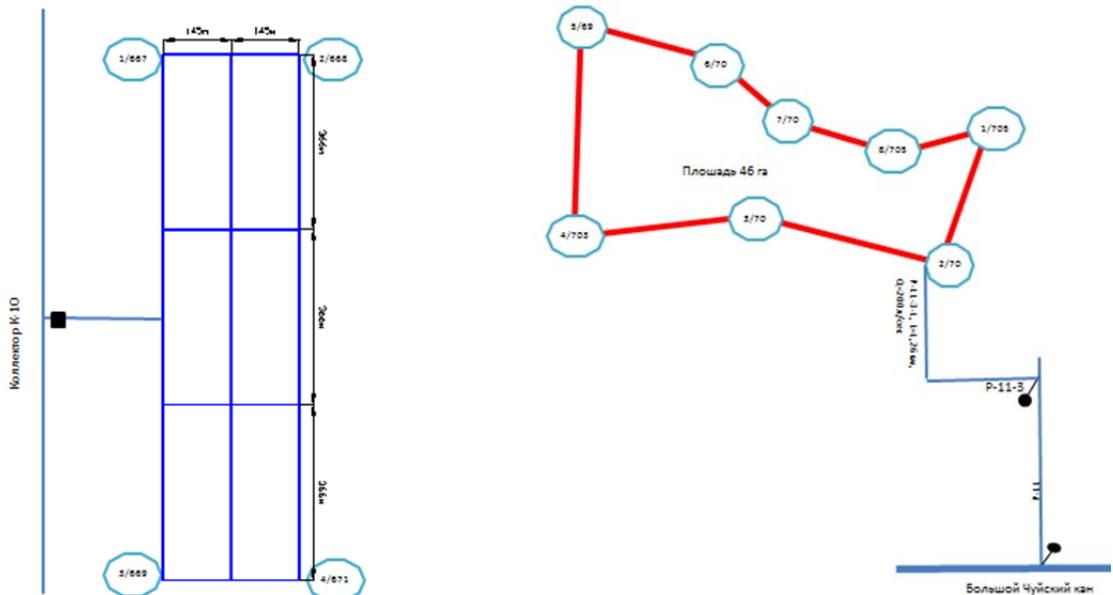


Рис.2. Схема орошения участка в 32 га

Рис.3. Схема орошения участка в 46 га

В полевых опытах, проводимых в Учебно-опытном хозяйстве и Образовательно-научно-инновационном центре по сельскому хозяйству (ОНИЦ) Кыргызского национального аграрного университета им. К.И.Скрябина, комплекс мероприятий отвечал общепринятой технологии выращивания сельскохозяйственных культур на поливных землях. В методологическом плане объект соответствовал всем требованиям, предъявляемым к проведению многофакторных полевых исследований магистров, аспирантов, докторантов КНАУ им. К.И.Скрябина в области мелиорации и орошаемого земледелия.

Таблица 1 - Информация о техническом состоянии оросительной и коллекторно – дренажной сетей Сокулукского района

| Наименование айыл аймака оросителей, КДС | Протяженность, км |                 |                 |       |                | Подвешенная площадь в т.ч. АВП | Расход л/сек | ГТС шт. |
|--|-------------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|--------------------------------|--------------|---------|
|  | Всего             | В землян. русле | В бетонном обл. | Лотки | Г-образ. блоки |                                |              |         |
| Фрунзенский а/а                          |                   |                 |                 |       |                |                                |              |         |
| Учхоз БЧК/ Р-12                          | 2,047             | 2,047           |                 |       |                | 95                             | 1500         | 17      |
| К-10-2                                   | 4,036             | 4,036           |                 |       |                |                                | 200          |         |
| ГПЗ БЧК / Р-11                           |                   |                 |                 |       |                |                                |              |         |
| Р-11-3                                   | 0,63              | 0,63            |                 |       |                | 250                            | 450          | 2       |
| Р-11-3-1                                 | 1,26              | 1,26            |                 |       |                | 129                            | 200          | 8       |
|  |                   |                 |                 |       |                |                                |              |         |

**Результаты исследований.** Программа CROPWAT 8.0 разработана Отделом развития и управления водных ресурсов ФАО. Представленная версия базируется на DOS версиях CROPWAT 5.7, 1992 г. и CROPWAT 7.0, 1999 г. Программа разработана на языке программирования Visual Delphi 4.0 и предназначена для работы на разных платформах Windows : 95/98/ME/2000/NT/XP/7 [3].

С помощью использования этой программы пользователи имеют возможность создавать базы данных климатических показателей с шагом в один месяц, декаду и сутки.

После формирования исходных метеорологических данных есть возможность осуществить оценку климатических условий, а также рассчитать декадную и суточную

потребность в воде сельскохозяйственных культур на основании статистических алгоритмов, которые включают подбор коэффициентов в зависимости от биологических особенностей растений. CROPWAT 8.0 позволяет формировать таблицы исходных данных с суточным балансом почвенной влаги, обеспечивает простой импорт/экспорт данных и графиков через буфер обмена или текстовые файлы ASCII, создавать интерактивный график поливов, который может корректироваться с учетом потребностей пользователя. Программа имеет расширенные возможности печати графической и цифровой информации.

Основное назначение программы CROPWAT заключается в расчете водопотребления сельскохозяйственных культур и составлении графиков поливов на основании данных, введенных пользователем или импортированных из других программ и баз данных.

Программа может устанавливать показатели водопотребления и графики проведения поливов как для одной культуры, так и для нескольких культур в севообороте. Интерфейс программы представлен четырьмя языками: английским, французским, испанским и русским. Информацию по ее использованию можно найти в разделе «Help» («правка»), которая имеет контекстно-зависимую систему подсказок. Расчеты всех показателей, используемых для планирования орошения в CROPWAT 8.0, основаны на методических рекомендациях ФАО, отраженных в публикации «Эвапотранспирация культур – рекомендации по расчету водопотребности растений» («Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements»).

Для определения показателей эвапотранспирации (среднесуточного испарения) используется общепринятый в мировой практике уточненный метод Пенмана – Монтейта (1998), который основывается на установлении этого показателя по гипотетической эталонной покрытой растениями поверхности для отдельных календарных периодов года. Затем эвапотранспирация по гипотетической эталонной травянистой поверхности пересчитывается на эвапотранспирацию для других сельскохозяйственных культур на основе биологических коэффициентов.

Для расчетов используют метеорологические факторы, которые являются определяющими для процесса эвапотранспирации.

Структура программы CROPWAT организована в виде 8 разных модулей, включая 5 модулей баз данных и 3 расчетных модуля. Доступ к ним осуществляется через главное меню CROPWAT, или через Панель модулей на левой стороне Главного окна. Это позволяет легко комбинировать данные о климате, культуре и почве для расчета водопотребления, формировать графики поливов и подачи воды на весь севооборот. Модули введения данных CROPWAT состоят из таких элементов:

1. «Климат/ЕТо»: введение данных показателей эвапотранспирации (ЕТо) или метеорологических показателей, которые позволяют рассчитывать ЕТо по методу Пенмана – Монтейта.

2. «Осадки»: введение данных поступления атмосферных осадков и расчета их эффективности по коэффициентам USDA.

3. «Культура» (полевые культуры, которые орошают разными способами, или рис, выращиваемый при затоплении): введение данных по отдельным культурам в севообороте, сроки их посева и уборки, высота растений, глубина проникновения корневой системы и других показателей.

4. «Почва»: введение водно-физических данных о почвах, которые необходимы для расчета графиков поливов.

5. «Схема размещения культур»: введение схемы размещения культур в севообороте для расчета подачи поливной воды.

Фактически модули «Климат/Ето» и «Осадки» служат не только для введения данных, но и для расчета показателей солнечной радиации, среднесуточного испарения и эффективных атмосферных осадков.

Модули расчета CROPWAT:

6. «Требования культуры в воде»: расчет показателей водопотребления.
7. «График»: формирования графиков вегетационных поливов.
8. «Схема»: расчет подачи на ирригационную схему, исходя из конкретной схемы размещения культур в севооборотах.

После введения необходимых исходных данных в программные модули происходит автономный электронный расчет поливных норм, а также сроков, норм и количества вегетационных поливов (рис. 4).

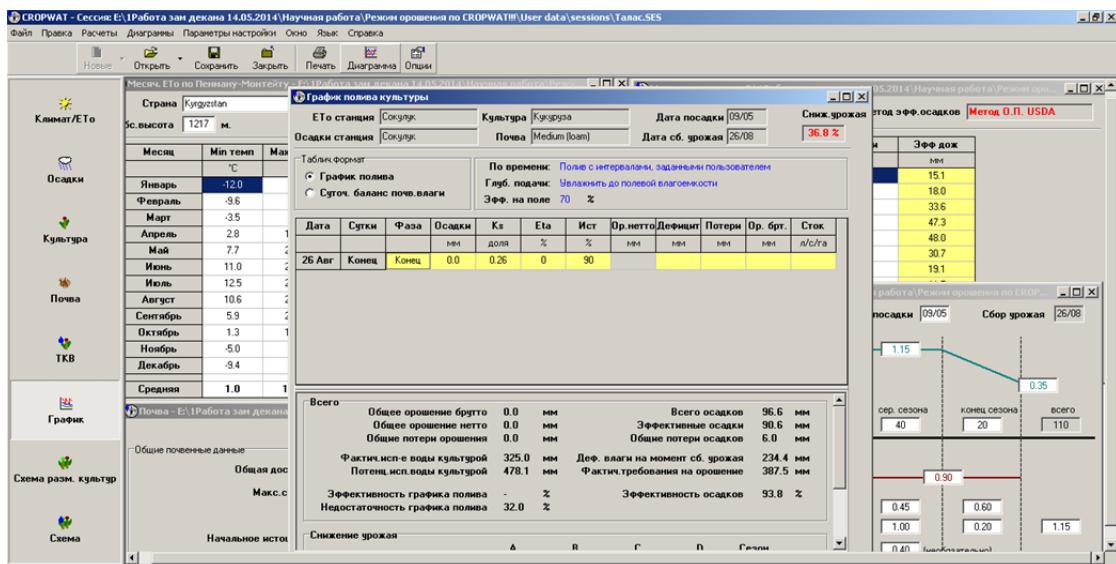


Рис.4. Внешний вид окна «График полива культуры» программы CROPWAT 8.0

Прогнозируемый режим орошения можно корректировать путем изменения исходных параметров: температуры и относительной влажности воздуха, количества осадков, скорости ветра, продолжительности солнечного сияния и др. После их изменения будут изменяться сроки и нормы поливов по каждой культуре севооборота.

Почвозащитные режимы орошения рекомендуется внедрять при неудовлетворительном почвенно-экологическом состоянии земель, которое определяется существенным ухудшением плодородия почв [4], (уплотнение, дегумификация, засоление, осолонцевание и др.) в результате несоблюдения комплекса агротехнологических мероприятий, длительного интенсивного неуправляемого орошения при отсутствии дренажа или его неудовлетворительном техническом состоянии, а также в случае неудовлетворительного исходного эколого-мелиоративного состояния земель (эрзационно-опасные площади, территории со слабым естественным дренированием, площади с близким залеганием грунтовых вод и др.).

В наших полевых опытах доказано, что на суммарное водопотребление кукурузы существенно влияют типы режимов орошения. На рис.5 и 6 приведены результаты расчета режима орошения с помощью программы CROPWAT 8.0 при критическом дефиците воды и с интервалами, заданными пользователем на основании метеоданных.

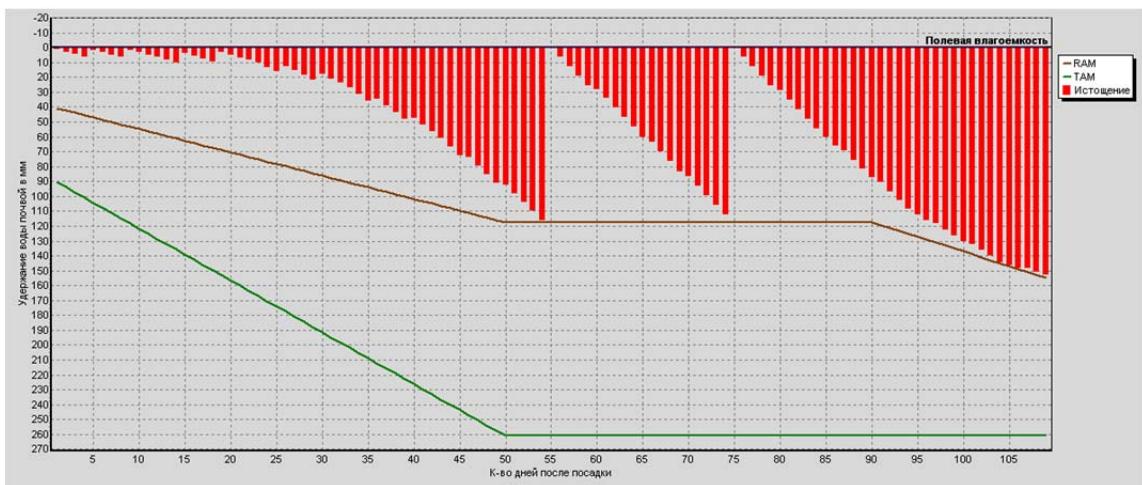


Рис.5. Полив при критическом истощении (по стандарту ФАО): *Реально доступная почвенная влага (RAW)*, - ; *Общая доступная почвенная влага (TAW)*

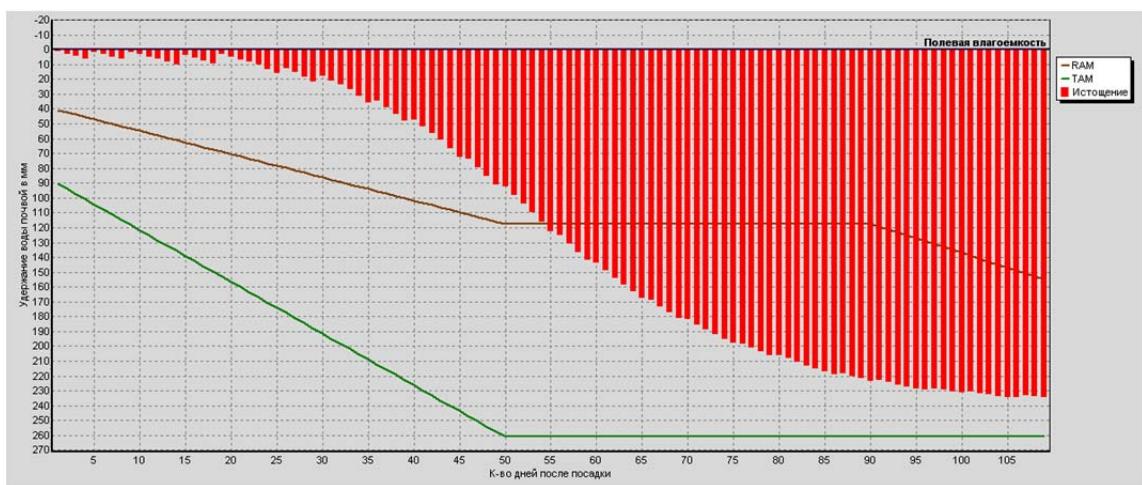


Рис.6. - Полив с интервалами, заданными пользователем *Реально доступная почвенная влага (RAW)*, *Общая доступная почвенная влага (TAW)*

Пользуясь полученными графиками, мы можем оптимизировать режим орошения, сократить непродуктивные расходы поливной воды, обеспечивает получение высокого урожая, наивысшую экономическую и энергетическую эффективность.

**Выводы:** Применение программы ФАО ООН CROPWAT 8.0 позволяет оптимизировать режим орошения, сократить непродуктивные расходы поливной воды, обеспечивает получение высокого урожая, наивысшую экономическую и энергетическую эффективность.

## **Список использованной литературы**

1. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ Аскаралиев Б.О., Иванова Н.И., Биленко В.А. Вестник КГУСТА. 2012. № 3. С. 174-179.
2. МЕЛИОРАТИВНОЕ ОСВОЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ И СОЛОНЦЕВАТЫХ ЗЕМЕЛЬ Саипов Б.С., Аскаралиев Б.О., Ызаканов Т.Ж., Садабаева Д.К., Исаева А.Д. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. 2017. № 2 (43). С. 31-33
3. Пенман .Н. Растения и влага. Перевод с англ. Л.:Гидрометеоиздат, 1968. - 160с.
4. Водопотребление сельскохозяйственных культур: Доклад по ирригации и дренажу ФАО. Рим, 1977.
5. Данильченко Н.В. Методы определения суммарного водопотребления и расчет поливных режимов с.-х. культур. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Джамбул, 1964. -220с.
6. Саипов Б., Садабаева Дж.К. “Реабилитация засоленных земель Нарынской области”. Отчет КНАУ –Б;: 2015г.-60с.
7. Hess T.M. Irrigation advisory services: experiences in the UK / T.M. Hess, J.W. Knox // FAO/ICID International Workshop on Irrigation Advisory Services and Participatory Extension in Irrigation Management. – Montreal, 2002. – P. 21.
8. Интернет-ресурс: <http://isgeo.com.ua/products/atlasses/elnau>.

**Рецензент:** доктор г-м. наук, профессор Иманкулов Б.

### **Сведения об авторах**

Фамилия, имя, отчество – Саипов Борошил

Ученая степень – доктор сельскохозяйственных наук

Место работы – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина.

Должность – профессор

Почтовый адрес места работы – 720005, г. Бишкек, ул. Медерова, 68

Контактные телефоны: +996 312 54-52-31, E-mail: [boroshil@mail.ru](mailto:boroshil@mail.ru)

Фамилия, имя, отчество – Аскаралиев Бакытбек Окенович

Ученая степень – кандидат технических наук

Место работы – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина.

Должность – доцент, заместитель декана

Почтовый адрес места работы – 720005, г. Бишкек, ул. Медерова, 68

Контактные телефоны: +996 312 54-52-31, E-mail: [abtajbakyt@gmail.com](mailto:abtajbakyt@gmail.com)

Фамилия, имя, отчество – Другалева Елена Эдуардовна

Ученая степень – кандидат технических наук

Место работы – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина.

Должность – зав.кафедрой

Почтовый адрес места работы – 720005, г. Бишкек, ул. Медерова, 68

Контактные телефоны: +996 312 54-52-31, E-mail: [e.dugaleva@gmail.com](mailto:e.dugaleva@gmail.com)

Фамилия, имя, отчество – Садабаева Джылдызкан Колхозбековна

Место работы – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина.

Должность – старший преподаватель

Почтовый адрес места работы – 720005, г. Бишкек, ул. Медерова, 68

Контактные телефоны: +996 312 54-52-31, E-mail: [sadabaeva1903@gmail.com](mailto:sadabaeva1903@gmail.com)