

**Выписка из Протокола № 1**  
заседания Ученого совета ИВПиГЭ НАН КР

г.Бишкек

31 января 2019 г.

**Присутствовали:** 8 членов ученого совета: академик НАН КР и АН РТ д.т.н Маматканов Д., д.г.н. Чонтоев Д.Т., д.г.-м.н. проф. Усупаев Ш.Э., д.т.н. Литвак Р.Г., к.г.-м.н. Ерохин С.А., к.ф.-м.н. Тузова Т.В., зав. Лабораторией водных ресурсов и экологии Бажанова Л.В., зав. Лабораторией информационного обеспечения Жакеев Б.А., зав. Тянь-Шанского высокогорного центра Сатылканова Р.А., сотрудники ИВПиГЭ, всего 19 человек.

**Повестка дня:**

1. Обсуждение готовности к защите диссертационной работы соискателя Сатылканова Р.А.

**Слушали:** Доклад Сатылканова Р.А. по результатам диссертационных исследований: Название диссертационной работы: **«Современные изменения климата в Иссык-Кульской котловине, их влияние на водные ресурсы и разработка мер к их адаптации».**

**Актуальность темы.** Современные климатические изменения носят характер глобального потепления. Негативные последствия этого процесса особенно остро стоит перед климато-зависящими Центральными-Азиатскими государствами, в которых велика роль гидроэнергетики и все земледелие является искусственно орошаемым. В их числе и Кыргызская Республика. К сожалению, в конце 90-х годов были прерваны комплексные гидрометеорологические и масс-балансовые наблюдения во всех опорных ледниках. Восстановление системы наблюдений за состоянием ледников было поручено ИВП в лице специально созданного ТШВНЦ. Горнодобывающая промышленность, гидроэнергетика и сельское хозяйство республики, потребовало восстановить разрушенную систему наблюдений за колебаниями ледников и поступлением талых ледниковых вод в основные гидросистемы страны. Иссык-Кульская котловина благодаря своему физико-географическому расположению и уникальности озера Иссык-Куль является стратегически важной для народного хозяйства КР. Современные изменения климата и водных ресурсов Иссык-Кульской котловины требуют к себе пристального внимания, так как эти изменения уже в ближайшем будущем могут создать ряд серьезных проблем, требующих незамедлительного решения. В связи с этим для Кыргызской Республики и в особенности для Иссык-Кульской котловины важной задачей является своевременная адаптация к климатическим изменениям и их последствиям. Понимая огромное значение данной проблемы, автор выбрал ее темой своей диссертации.

**Цель работы** – выявить влияние климатических изменений, происходящих в Иссык-Кульской котловине, на водные и ледовые ресурсы и выработать меры к их адаптации.

В процессе исследования были поставлены следующие **задачи:**

- Проанализировать имеющийся материал по гидрометеорологии и гляциологии Иссык-Кульской котловины и установить современные тенденции динамики основных параметров климата.
- Изучить результаты многолетнего мониторинга опорного ледника Кара-Баткак и на его примере установить влияние современных изменений климата : на абляцию, снегонакопление, баланс массы и отступление ледников.
- Изучить влияние современных изменений климата на речной сток, уровень озера Иссык-Куль и береговые процессы.
- На примере Иссык-Кульской котловины дать оценку воздействия изменений климата и рекомендовать адаптационные меры к их влиянию.

**Научная новизна:** обобщены и проанализированы основные климатические характеристики (температура и влажность воздуха, атмосферные осадки) по результатам длинного ряда метеорологических наблюдений и установлен тренд их изменения;

- на примере ледника Кара-Баткак изучена динамика ледниковых изменений в Иссык-Кульской котловине и установлен их тренд;
- изучена динамика изменений водности реки Чон-Кызыл-Суу и колебаний уровня озера Иссык-Куль за весь период наблюдений и установлен тренд их изменений;
- на примере бассейна реки Жууку выработаны адаптационные меры к воздействию изменений климата в Иссык-Кульской котловине.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

- Восстановление непрерывности рядов метеорологических наблюдений для масс балансовых показателей ледников.
- Анализ изменчивости трендов климатических, гляциологических и гидрологических параметров за последние десятилетия.
- Незначительность трендов изменения влажности воздуха и годовых осадков в Иссык-Кульской котловине.
- Влияние деградации оледенения на изменение стока рек.
- Изменение хода уровня озера Иссык-Куль во времени.
- Адаптационные меры к изменению климата.

#### **Методы исследований:**

- построены графики и предложены уравнения связи средних суточных, месячных и годовых температур воздуха посредством снятия показаний с недельных самописцев температуры и влажности воздуха, а с 2016 г. параллельно с АМС
- на высоте 3300 и 3500 м установлены суммарные осадкомеры и на высоте 3300 м суточный осадкомер Третьякова,
- площадные снегомерные съёмки, охватывающие всю доступную площадь ледника и осуществляемые путём зондирования толщи сезонного снега в начале и конце сезона абляции
- абляция измерялась речным методом
- гидростворах установлены автоматические датчики уровня воды (логгеры), также параллельно продолжается наблюдения за уровнем по сваям и периодически измеряются скорость воды
- детальной GPS-метрии по маршруту вдоль линии фронта ледника в конце абляции
- методика масс-балансовых вычислений по подходу «зимний баланс – летний баланс».

#### **Результаты работы:**

1. Полное восстановление мониторинга современных изменений климата нивально-гляциальной и лесной зоны Иссык-Кульского бассейна позволило достаточно надежно изучить современную динамику изменения климата в вертикальном разрезе на различных высотах и уточнить разработанные глобальные климатические модели изменения климата в Центрально-Азиатском регионе. Установленная на примере ледника Кара-Баткак тесная зависимость абляции от средней месячной температуры воздуха на ледниках в течение длинных рядов измерений позволяет восстановить ледниковую составляющую стока за годы отсутствия наблюдений.
2. Инструментальные наблюдения в периоды 2010-2018 гг. показали, что в Иссык-Кульской котловине в приозерной равнине, лесной и гляциально-нивалной зонах: среднегодовая температура воздуха сохраняла тенденцию к повышению; наибольший темп увеличения температуры воздуха происходил в летнее время на леднике Кара-Баткак; повышение средней температуры воздуха сезона абляции (июнь-сентябрь) в гляциально-нивалной зоне происходит со средней скоростью 0,016 °С в год. Установлено нами, что повышение температуры воздуха теплого периода значительно усиливает таяние ледника и способствует увеличению доли ледниковой составляющей в общем речном стоке, в свою очередь, увеличением расходов воды впадающих в озеро, а также сокращение забора воды на орошение повысил уровень озера Иссык-Куль.

3. Установлено, что чем выше относительная влажность, тем выше уровень озера. На основании этого сделан вывод: чем выше испаряемость, тем ниже уровень озера.
4. Впервые определен запас воды в сезонном снеге на зоне аккумуляции ледника Кара-Баткак.
5. На основе новых данных об изменении гипсометрии репрезентативного ледника Кара-Баткак выявлена тенденция его деградации на основании следующие полученные данные: 1) общее отступление ледника с 1967 г. равняется 468 м; 2) за 70 лет площадь открытого ледника Кара-Баткак уменьшилась на 46,8%; 3) поверхностная депрессия языка ледника за 2010-2017 гг. составила 23 м, что в 2,5 раза выше, чем в верхних зонах ледника, это косвенно указывает на наличие механизма саморегуляции ледниковой системы посредством перераспределения собственной массы.
6. Нами использован новый оценки баланса массы ледников по системе «зимний баланс – летний баланс». Выявлена смена эволюционной тенденции репрезентативного ледника Кара-Баткак: с 1973 г. закончился период его квазистационарного состояния и возобновилась интенсивная деградация. Баланс массы в 1957-1997 гг. был в среднем умеренно отрицательным (-438 мм вод.экв.), а в период 2014-2018 гг. – сильно отрицательным (-830 мм вод.экв.). Выявлена тенденция изменения баланса массы в сторону повышения его отрицательных значений, что, в свою очередь, позволяет сделать вывод об усилении в последние годы распада оледенения.
7. Реконструировано значение баланса массы ледника Кара-Баткак за период с 1998-2013 гг., используя метеорологические данные ближайших метеостанций. Установлено, что с 1973 г. происходит резкое ускорение темпов убыли массы ледника Кара-Баткак, вследствие этого увеличился расход воды р.Чон-Кызыл-Суу от модальных среднегодовых значений порядка  $4,25 \text{ м}^3/\text{с}$  в начале периода до  $6,45 \text{ м}^3/\text{с}$  в наши дни, особенно ускорился в 2 заключительные декады после 1994 г. На этой стадии в отдельные годы нормы расходов стали достигать  $8 \text{ м}^3/\text{с}$ , чего не наблюдалось никогда ранее на протяжении по крайней мере прошедших 90 лет.
8. Выявлено, что в Иссык-Кульской котловине в обозримом будущем при сохранении настоящей тенденции распада оледенения и, как следствие, сокращения площадей ледников, усилении поверхностной депрессии непременно наступит перелом в сторону уменьшения речного стока. При сокращении оледенения увеличится межгодовая изменчивость стока, так как уменьшится регулирующая роль ледников.
9. Полученные результаты расчетов и анализа можно использовать в качестве реперных для экстраполяции на аналогичные ледники и речные бассейны Северного Тянь-Шаня.
10. В краткосрочной перспективе быстрое таяние ледников и снежных запасов, вызванное глобальным потеплением, может обеспечить потребность в орошаемой воде сельскохозяйственный отрасль и увеличить выработку гидроэлектроэнергии, но в долгосрочной перспективе потоки воды, скорее всего, снизятся. Устаревшие методы орошения и работавшие свой эксплуатационный срок системы ирригации ведут к большим потерям воды, которые составляют около 35–45% в КР. Энергетический сектор КР имеет гарантированный гидроэнергетический потенциал горных рек до 2040-2050 гг. Установлено, что меры по минимизации потерь воды на 30% путем эффективного управления и реконструкции ирригационных систем и систем водоснабжения только посевных площадей зерновых культур и многолетних трав Иссык-Кульской области сократило бы потери орошаемых вод на  $248200 \text{ тыс.м}^3$  в вегетационный период, в результате чего ежегодный подъем уровня оз.Иссык-Куль составил бы 4 мм. Предложено, для устойчивого обеспечения электроэнергией Жети-Огузского района в ближайшей перспективе вполне можно использовать пока гарантированный гидроэнергетический потенциал малых рек района. Учитывая, что водность ледниково-снегового типа р.Жууку может сократится в 2050 г. на 12% и в 2100 г. - 43%, соответственно гидроэнергетический потенциал может уменьшится на столько же. Поэтому строительство малых ГЭС на этой реке необходимо начать в

ближайшие годы, чтобы максимально использовать гидроэнергетический потенциал до наступления прогнозного сценария.

Методическая поддержка и научная консультация по гляциологии, гидрологии, геофизики и моделированию динамики ледников была оказана автору ведущими учеными ИВПиГЭ и известных зарубежных университетов.

**Вопросы** по докладу Сатылканова Р.А.:

**Бажанова Л.В.:** сдавал ли он специальный экзамен?

**Маматканов Д.** (Научный руководитель Сатылканова Р.А.): Экзамен по специальности по Положению ВАК КР сдается после предварительной защиты, а мы заслушиваем лишь готовность работы к представлению на защиту.

**Литвак Р.Г.:** Что адаптируется и к чему?

**Ответ:** Последствие глобального потепления - это маловодье и засухи, которые в последние десятилетия все часто повторяется. До наступления этих чрезвычайных ситуаций земледельцы и энергетики должны быть готовы этим ситуациям. Соискатель участвовал во всех инструментальных измерениях по определению гидроэнергетического потенциала рек Жети-Огузского района, а также он предложил включить в разработанную учеными Института информационную систему блок алгоритм эффективности орошения, чтобы сократить потери орошаемой воды. Соискатель участвовал в подготовке ТЭО строительства сезонного водохранилища на р.Жууку полезным объемом 16,5 млн. м<sup>3</sup>.

**Литвак Р.Г.:** Есть ли парная корреляция двух и более факторов для установления причины изменения того или иного процесса?

**Ответ:** Методом парной корреляции мы восстановили пропущенные метеопараметры на м/с Чон-Кызыл-Суу и Кара-Баткак. Изменения стока колебание уровня оз.Иссык-Куль - это многофакторный процесс. Ваше предложение учту.

**Ерохин С.А.:** Расход воды увеличивается, тогда зачем строить водохранилище? Нет ли здесь противоречия?

**Ответ:** Деградация ледников приводит уменьшению поверхностной площади открытых ледников, а также поверхностной депрессии ее. Площадь ледников когда достигнет до порогового размера, тогда сток рек сократится. Засушливые года участия Иссык-Кульской котловине, ближайшие 2014 и 2018 гг. были менее увлажненные. Местные жители в эти годы испытывали острый дефицит орошаемой воды. Сезонные водохранилища - это один из мер адаптации к изменению климата.

**Шило В.Н.:** Почему произошел рост зимнего стока р.Чон-Кызыл-Суу? Я этому не верю.

**Ответ:** Нами использованы гидрологические данные гидропоста Лесной кардон Кыргызгидромета. За достоверность данных они отвечают. Среднегодовые расходы р.Чон-Кызыл-Суу за период 1936-2014 гг. увеличился от 4,25 до 6,45 м<sup>3</sup>/с. Соответственно фильтрат застоялся в аллювиальных отложениях. Холодный период в межень идет постепенное водоотдача. Согласно монографии Гидрология СССР, том 40 фильтрация в руслах рек составляет 71%. Это отдельное серьезное исследование.

**Бажанова Л.В.:** 1. Восстановление рядов по каким рекам и по каким параметрам производили? 2. Расходы меженного периода? 3. Расходы по логгерам? 4. Прогнозы уровня оз.Иссык-Куль противоречивы, почему? 5. Адаптация к каким изменениям?

**Ответы:** Автоматические датчики уровня (логгеры) нужны, он фиксирует уровень воды в каждый 30 минут. Поэтому среднесуточные расходы по данным логгера считаем более реальным. Традиционный метод по сваям позволяет измерить только в 8.00 утра и 17.00 вечером. Поэтому расход рек получается чуть завышенной. Нами проанализированы полученные гидрологические данные за последние 2 года. Поэтому на гидростворе Кашка-Тор-исток нами ведется параллельное измерение. Когда В.В.Романовский прогнозировал уровень оз.Иссык-Куль с 2003 по 2033 гг., используя тенденции изменения метео детерминантов того времени. Однако температура воздуха и количество осадков с 2003 по 2017 гг. значительно разнялись до прогнозным периодом. Восстановление пропущенных рядов рек в нашу задачу не входит, это

отдельная тема Института. Адаптация засушливому вегетационному периоду и малоснежному году.

**Жакеев Б.** Инструментальные измерения на зоне аккумуляции проводятся ли на леднике Кара-Баткак? Когда Вы были на леднике Кара-Баткак последний раз?

**Ответы:** 1. В отличие от предыдущих масс-балансовых инструментальных наблюдений, мы снегосъемку и абляции ледника проводим в нижней, средней и верхней зонах ледника. В прошлом году осенью, чтобы избежать риска работы на зоне аккумуляции, на высоте 4100 м установили деревянную рейку со шкалами, в начале лета планируем съемку с помощью дрона. В случае положительного результата, в дальнейшем из программы наблюдения исключаем экспедицию на зону аккумуляции. 2. Летом в каждую неделю и в конце абляции был на леднике Кара-Баткак. На следующей неделе планируем экспедицию на ледник.

**Тузова Т.В.:** Можно ли результаты временного хода исследованных параметров переносить на оценку изменений климата всего Иссык-Кульского бассейна?

**Ответ:** Мы делаем это на примере бассейнов изученных нами рек Чон-Кызыл-Суу и Жууку, сравнивая ход ряда параметров в других районах (Каракол, Чолпон-Ата, Балыкчи). Это дает основание сделать выводы по всей котловине.

**Усупаев Ш.Э.:** Уровень озера поднялся на 1 м, площадь увеличилась на 48 км<sup>2</sup>, какая доля Кара-Баткака в подъеме уровня? Шесть защищаемых положений - это много, какие из них соответствует кандидатской степени к.т.н.?

**Ответ:** Это хорошее предложение, мы постараемся рассчитать вклад ледника Кара-Баткак и всех остальных ледников Тескей и Кунгей Ала-Тоо. Связь изменения уровня озера Иссык-Куль со стоком рек соответствует к степени к.т.н.

### **Выступления.**

**Усупаев Ш.Э.** Отрадно, что от Тянь-Шанского центра представлена диссертационная работа. В презентации отмечены 6 защищаемых положений, а как они доказаны не показано. Адаптационные меры не изложены. Создание мониторинговых сети, дистанционное зондирование и наземные инструментальные исследования в бассейне р.Чон-Кызыл-Суу - это технологическое решение. Работа по теме и изложенным результатам соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 «Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия». В целом предлагаю одобрить работу и рекомендовать к представлению к защите после доработки по требованиям ВАК КР.

**Литвак Р.Г.** У соискателя есть время доработать диссертацию. По каждому защищаемому положению указать результаты и вскрывать механизмы влияния - что на что влияет. Оценка - это величина и степень задержки и т. В разделе адаптации обратить внимание, что из изменения климата приводит к сокращению стока рек. А это в свою очередь сельское хозяйство, гидроэнергетика. Улучшение оросительной системы и освоение гидроэнергетического потенциала - это адаптация к изменению климата. Представить работу к защите после доработок.

**Маматканов Д.М.** Результаты работы Тянь-Шанского заслуживает считать актуальным и нужным. Соискателю следует формат работы привести в соответствие с требованиями ВАК КР. Предлагаю одобрить работу и после доработок представить к защите в МГДС.

**Ерохин С.А.** Раздел адаптации надо доработать.

**Чонтоев Д.Т.** В целом работа содержательная, большим объемом собственных инструментальных данных. По результатам работы была интересная дискуссия в совете, соискателю учесть дельные замечания, а членам совета помочь довести работу до логического завершения. Нам надо готовить свои кадры, чтобы молодые сотрудники Института и ТШВНЦ защищались в нашем совете.

### **РЕШИЛИ:**

1. Считать диссертационные исследования Р.А.Сатылканова в целом завершенными и соответствующими требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 «Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия».

2. Представить диссертационную работу к защите в Межгосударственный диссертационный совет Д 25.17.544.
3. Утвердить Заключение по диссертационной работе Р.А.Сатылканова «Современные изменения климата в Иссык-Кульской котловине, их влияние на водные ресурсы и разработка мер к их адаптации».

Проголосовали «ЗА» единогласно.

Председатель



д.г.н. Д.Т.Чонтоев

Секретарь

к.ф.-м.н. Т.В.Тузова