

АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы на соискание степени доктора философии (Ph.D)
по специальности «8D05204 – Метеорология»

ТІЛЛӘКӘРІМ ТҮРСЫН АДАМБЕКҚЫЗЫ

Исследование изменения влагозапасов снежного покрова Есильского и Нура-Сарысуйского бассейнов в условиях изменения климата

Устойчивое развитие страны в условиях изменения климата становится все более важным фактором в современном мире. Продовольственная и водная безопасность являются ключевыми аспектами устойчивого развития. Водные ресурсы и сельское хозяйство имеют важную роль в развитии и экономике в Есильском и Нура-Сарысуйском водохозяйственных бассейнах, так как имеют наивысший агроклиматический потенциал. В исследуемых бассейнах водные ресурсы охватывают аспекты водоснабжения различных секторов, таких как промышленность, сельское хозяйство и особенно важно для обеспечения питьевой водой населения. В связи с этим, высокую актуальность приобретают научно-методическое обеспечение устойчивости в сельском хозяйстве и оценок водных ресурсов и в частности, исследования изменений влагозапасов снежного покрова как основной источник формирования водных ресурсов исследуемой территории в условиях изменения климата. Результаты данного исследования могут послужить научно-методическим основанием регулированию и оптимизации использования водных ресурсов для удовлетворения потребностей регионального развития Есильского и Нура-Сарысуйского водохозяйственных бассейнов, а также в разработке различных государственных стратегий и планов по совершенствованию управлению водными ресурсами и адаптации к изменению климата.

Диссертация посвящена исследованию динамики изменения влагозапасов снежного покрова Есильского и Нура-Сарысуйского бассейнов в условиях современного изменения климата и его возможных изменений в будущем.

Объект исследования – Есильский и Нура-Сарысуйский водохозяйственные бассейны.

Предмет исследования – динамика изменения влагозапасов снежного покрова.

Цель исследования – оценить динамику современных изменений влагозапасов снежного покрова и их будущих изменений в условиях изменения климата.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Оценить климатические особенности и современные климатические изменения территории;
- Изучение динамики, пространственных и временных изменений влагозапасов снежного покрова;

- Моделирование влагозапасов снежного покрова с применением модели MODSNOW;
- Оценка динамики изменения запасов влаги снежного покрова на основе сценариев будущих изменений климата.

Источники материалов исследования – архивные и фондовые материалы (температура воздуха, атмосферные осадки, высота, плотность, влагозапасы снежного покрова, объем стока весеннего половодья) РГП «Казгидромет» МЭП РК, данные дистанционного зондирования Земли (NOAA), включающие данные реанализов Terra Climate, WFE5, также данные климатических моделей (GFDL-ESM4, IPSL-CM6A-LR, MPI-ESM1-2-HR, MRI-ESM2-0, UKESM1-0-LL) набора данных проекции ISIMIP фазы CMIP6.

Методологическая база исследования. Применяемые в диссертационной работе подходы основываются на применении общенаучных и специализированных статистических методов исследования, эмпирического метода моделирования. Для сравнительно-описательного анализа изменения влагозапасов снежного покрова применены статистические методы, оцененный методом наименьших квадратов и непараметрического теста Манн-Кендалла. Для анализа пространственного распределения влагозапасов применены картографические методы. Для моделирования влагозапасов снежного покрова применен V03 модуль модели MODSNOW, программированная на языке Fortran, основанная на эмпирическом методе (метод «градусо-дня») моделирования. Проведена оценка точности воспроизведения данных моделью с применением статистических критериев, как коэффициент корреляции, детерминации и эффективности по критерию Нэша-Саттклифа (NSE), процентная ошибка (PBIAS), среднеквадратическая ошибка (RMSE), нормирование среднеквадратической ошибки (RSR). Оценка будущих изменений влагозапасов произведена ансамблевым методом прогнозирования, которая основана на данных проекции ISIMIP фазы CMIP6 по двум сценариям изменения климата SSP1-2.6, SSP5-8.5. На основе прогнозных данных влагозапасов снежного покрова методом регрессионного анализа произведена оценка будущих изменений слоя стока весеннего половодья рек Есиль и Нура по двум сценариям изменения климата SSP1-2.6, SSP5-8.5.

Актуальность диссертационного исследования. Территория исследования относится к территории с сезонным снежным покровом, который является аккумулятором осадков в зимний период, и источником весенних запасов влаги. Влагозапасы снежного покрова обеспечивает значительную долю не только водных ресурсов в северных и центральных регионах страны, но также определяют весеннее увлажнение почвы в предпосевный период. Дефицит количества снежного покрова могут приводить к засухе, в то же время весеннее таяние снежного покрова может привести к повышению уровня воды, возникновению наводнений и чрезвычайных ситуаций.

Актуальность исследовательской работы определяется тем, что снежный покров является важной частью климата, что с точки зрения локального вопроса является основным климатообразующим фактором, влияющим на погоду, гидрологические и почвенные процессы, и оценкой изменения климатических ресурсов в результате глобального изменения климата. При этом основные характеристики снежного покрова, зависят от климата и являются чувствительными индикаторами изменения климата. То есть снежный покров выступает одновременно как фактор формирующий климат и одновременно как индикатор зависящий от климата. В свою очередь изменение климата может привести к дефициту и неравномерного распределения водных ресурсов по территории Казахстана в целом и по территории исследуемых бассейнов рек Есиль и Нура-Сарысу в частности.

Продовольственная и водная безопасность являются ключевыми аспектами устойчивого развития любой страны мира. Территория Казахстана относящаяся к резко континентальному климату сталкиваются с уникальными вызовами, связанными с продовольственными ресурсами и доступностью воды. К этим вызовам наиболее подвержены равнинные территории нашей республики. В таких случаях необходимо искать пути решения, чтобы минимизировать и избежать экономического ущерба, связанного с возможными разнонаправленными колебаниями объема водных ресурсов, особенно с их дефицитом.

В этой связи, для эффективного управления, планирования водных ресурсов территории Есильского и Нура-Сарысуйского водохозяйственных бассейнов, расположенных в центральном и северном регионах республики, и для устойчивого водообеспечения населения, экономики, также для принятия мер по адаптации к изменениям климата необходимо детально изучить текущие и ожидаемые изменения влагозапасов снежного покрова в условиях изменения климата.

Научная новизна исследования определяется следующим:

- Проведена обновленная оценка пространственно-временных изменений влагозапасов снежного покрова на территории Есильского и Нура-Сарысуйского бассейнов за 1971-2020 гг.;
- выявлены изменения основных показателей климата (температура воздуха, количество осадков) на уровне водохозяйственных бассейнов за 1941-2021 гг. период, также их тренды за 1976-2021 гг. с помощью современных программных средств;
- изучена динамика изменений влагозапасов снежного покрова за 1971-2020 гг. в период;
- впервые с помощью модели MODSNOW смоделированы данные о запасе влаги снежного покрова, проведена калибровка и валидация модели за 1980-2020 гг.;
- впервые на основе перспективного изменения климата оценено изменение влагозапасов снежного покрова на долгосрочный период.

Основные положения, выносимые на защиту:

- В результате анализа изменения климата выявлены статистически значимые увеличения сезонных и годовых температур воздуха в исследуемых бассейнах. Наибольшее увеличение происходит в весенний и зимний сезоны года, которые оказывают влияние на даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова. Также выявлено статистически значимое увеличение среднеплощадных зимних осадков на территории исследуемых бассейнов;

- На основе многолетних данных определены нормы запасов воды в снежном покрове для каждой станции в исследуемых территориях. В результате установлено, что в пространственном распределении влагозапасов в Есильском ВХБ максимальные его значения наблюдаются на западных склонах Кокшетауской возвышенности, в районах бассейнов рек Жабай и Калкутан, минимальные значения – на равнинных районах Северо-Казахстанской и восточной части Акмолинской областей. В Нура-Сарысуйском ВХБ распределение снежного покрова подчиняется широтным закономерностям, однако на территории формирования реки Сарысу закономерность нарушается.

- Выявлен тренд увеличения запасов воды снежного покрова на территориях Есильского, Нура-Сарысуйского ВХБ. В Есильском ВХБ статистически значимые увеличения в тенденциях временных изменений выявлены на западной части территории, а на северной части их уменьшение. В Нура-Сарысуйском ВХБ тенденция уменьшения наблюдается на южной части ВХБ, однако на северной части бассейна наблюдается статистически значимый тренд снижения на станции Карагандинский СХОС, а на остальной части незначительное увеличение, статистически значимый тренд роста наблюдается северо-восточной части. Эти изменения также подтверждаются расчетами по F-критерию распределения Фишера, также результатами непараметрического теста Ман-Кендалла.

Научно-практическая значимость исследовательской работы. Значимость заключается в получении новых научных знаний и данных о влагозапасах снежного покрова в настоящем и в будущем в условиях изменения климата.

Научно-практическая значимость исследований запасов воды в снеге на территории Есильского и Нура-Сарысуйского бассейнов связаны с их влиянием на климатический режим, водные ресурсы, так как водные ресурсы этих водохозяйственных бассейнов относятся к числу тех, которые формируются только на территории Казахстана, наиболее развитую сельскохозяйственную отрасль, особенно зерновой сектор, экологическую устойчивость и адаптацию к изменению климата, что важно как для устойчивого развития страны, так и для обеспечения благополучия населения.

Результаты исследования могут быть использованы в целях подготовки эффективных мер по адаптации к изменению климата с целью обеспечения водной и продовольственной безопасности.

Личный вклад автора. Все анализируемые результаты работы получены соискателем лично, которые в решении поставленных задач диссертационного исследования заключались:

- в сборе данных о влагозапасах, высоте снежного покрова на территории Есильского и Нура-Сарысуйского бассейнов за 1971-2020 гг.;
- в восстановлении отсутствующих данных;
- в проведении качественного, количественного анализа и оценки пространственно-временных изменений влагозапасов снежного покрова в условиях современного изменения климата;
- моделировании в условиях изменения климата на территории Есильского и Нура-Сарысуйского бассейнов;
- в проведении оценки будущих изменений влагозапасов снежного покрова на основе данных глобальных моделей проекции ISIMIP;
- в подготовке и публикации полученных научных результатов по тематике проведенного исследования. Основные положения научных статей отражены в разделах диссертации на соискание ученой степени Ph.D.

Апробация исследования. Основные результаты диссертационной работы были доложены:

- на международной научной конференция студентов и молодых ученых «Фараби элемі» в 2021 г.;
- на международной научной конференция студентов и молодых ученых «Фараби элемі» в 2023 г.

По материалам диссертационного исследования опубликовано 10 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в базу Scopus, 3 статьи в республиканских научных журналах из перечня Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 2 статьи в материалах международных конференций, 1 статья в научных изданиях.

Структура диссертации. Диссертация изложена на 147 страницах и состоит из определений, обозначений и сокращений, введения, 4 разделов, заключения и списка использованных источников из 177 наименований, из них 103 на иностранных языках; содержит 20 таблиц, 55 рисунков и 3 приложения, представленные на 18 страницах.