

*Оролбаева Л.Э.*

**ТЯНЬ-ШАНЬ ЖАНА ПАМИР-АЛАЙ ГИДРОГЕОСФЕРАЛАРЫН  
ТРАНСФОРМАЦИЯЛООДО ТОО ЭКОСИСТЕМАЛАРДЫН ӨЗГӨРҮЛҮШҮНҮН  
ТААСИРИ ЖАНА ГЕОТОБОКЕЛДИКТЕРДИН ТҮЗҮЛҮШҮ**

*Оролбаева Л.Э.*

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ  
НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ГИДРОГЕОСФЕРЫ ТЯНЬ-ШАНЯ И  
ПАМИРО-АЛАЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОРИСКОВ**

*L.E. Orolbaeva*

**INFLUENCE OF CHANGE OF MOUNTAIN ECOSYSTEMS  
ON TRANSFORMATION OF HYDROGEOSPHERE OF THE TIAN-SHAN  
AND PAMIR-ALAI AND GEORISK FORMATION**

УДК: 574:551.3(235)

Макалада Тянь-Шандын тоо экосистемасынын техногендик климаттын өзгөрүшүн жана геокырсыктарды калыпташтырууга байланыштуу жагдайларды талдоо (изилдөө) каралган. Кооптуу табигый кубулуштардын жыштыгын жана кубатын аныктоо муздар менен токойлордун тоо экосистемасынын абалы болуп саналат. Тоо экосистемасынын бузулушунун себеби: табигый жана техногендик мүнөздөгү кубулуштар болуп саналат. Тянь-Шань мөңгүлөрүнүн жылдык балансынын абсолюттук көрсөткүчтөрү, азыркы фрагментардык маалыматтарга ылайык батыштан чыгышка карай азаюусун айгинелейт. Ошол эле багытта бийик тоолуу Ички Тянь-Шандын зонасында жаан-чачындардын жылдык суммасы 100 жыл ичинде 126-167 мм азайган. Тянь-Шань жана Памир-Алай тоо экосистемаларынын абалынын байланышы, жаан-чачындардын саны, жер астындагы суулардын агымы жана геокырсыктардын түзүлүшү боюнча басып чыгарылган материалдардын анализи келтирилген. Ички Тянь-Шандын токой менен камтылган аянты реконструкциялоонун схематикалык картасы түзүлгөн.

**Негизги сөздөр:** тоо экосистемасы, муздар, тоо токойлору, геокырсыктар, табигый жана техногендик өзгөрүүлөр, суу ташкындары, селдер, жер көчкүлөрү.

В статье рассматривается анализ состояния горных экосистем Тянь-Шаня в связи с техногенными и климатическими изменениями и формирование георисков. Определяющим частоты и мощности опасных природных процессов является состояние горных экосистем ледников и леса. Причинами деградации горных экосистем являются процессы природного и техногенного характера. Существующие фрагментарные данные об абсолютных значениях годового баланса ледников Тянь-Шаня свидетельствуют об уменьшении с запада на восток. В этом же направлении в высокогорной зоне Внутреннего Тянь-Шаня годовая сумма осадков уменьшилась на 126-167 мм за 100 лет. Приводится анализ опубликованных материалов по взаимосвязи состояния горных экосистем Тянь-Шаня и Памиро-Алая, количеством осадков, подземным стоком и формированием георисков. Построена схематическая карта реконструкции лесопокрытой площади Внутреннего Тянь-Шаня.

**Ключевые слова:** горные экосистемы, ледники, горные леса, геориски, природные и техногенные изменения, наводки, сели, оползни.

In the article is considered the analysis of a mountain ecosystems condition of Tjan-Shan in connection with technogenic

and climatic changes and geohazards formation. Frequencies and capacities of dangerous natural processes are the conditions of glaciers and wood mountain ecosystems. The reasons of mountain ecosystems degradation are processes of natural and technogenic character. The existing fragmentary data about absolute values of annual balance of glaciers Tjan-Shan indicate a decrease from west to east. In the same direction in a high-mountainous zone of Internal Tjan-Shan the annual amount of precipitation has decreased, on 126-167 mm for 100 years. The analysis is shown by the published materials on interrelation of a mountain ecosystems condition of Tjan-Shan and Pamiro-Alay, is resulted by an amount of precipitation, an underground drain and formation of georisks. There is constructed a schematic map of the reconstruction of the forest-covered area of the Inner Tien Shan.

**Key words:** mountain ecosystems, glaciers, mountain woods, georisks, natural and technogenic changes, high waters, have sat down, landslips.

Трансформации гидрогеосферы горных стран способствуют изменения горных экосистем нивальной и высокогорной зоны, где берёт начало и формируется весь сток горных геосистем. И прежде всего это изменение ледниковых и лесных экосистем. Следует отметить скудность достоверной информации по региональной динамике ледников, их влияния на водные ресурсы и формирование опасных природных процессов. Большая часть существующей информации основывается на исследованиях и источниках советского времени, когда существовала достаточно разветвленная сеть постов и регулярные наблюдения, соответствующая инфраструктура. По этим данным, анализу аэрофотоснимков конца 50-х годов и космоснимков 1978-1980 годов Щетинниковым А.С. установлено, что на Памиро-Алае в период с 1957 по 1980 годы общая потеря площади оледенения составила 1105,71 км<sup>2</sup>. Наиболее интенсивный, начавшийся со второй половины XIX века [1-5] процесс сокращения размеров оледенения, отмечается и на Тянь-Шане. Ежегодное отступление нижних границ ледников составляет от 0,3 до 13,1 м. Сокращение горного оледенения Тянь-Шаня и Памиро-Алая выражается в сокращении площади общего оледенения и в исчезновении ледников, имеющих относи-

тельно малые размеры. Оценки для Северного, Центрального и Внутреннего Тянь-Шаня были получены несколькими авторами [3-6].

В настоящее время имеют место эпизодические исследования по отдельным регионам, связанные, как правило, с краткосрочными международными проектами. Анализ результатов исследований (Кутузов С.С. 2009) показывает, что использование различных методик даёт существенную, иногда отличающуюся в разы разницу результатов. Преобладающей считается тенденция сокращения оледенения. Однако одновременно с отступающими ледниками встречаются и наступающие [5].

С изменением оледенения связано формирование малых гляциальных озёр в приледниковой зоне. Гляциальные озёра с неустойчивым режимом есть в верховьях почти всех рек ледниково-снегового питания. Часть из них является прорывоопасными. В результате прорыва этих озёр формируются внезапные, разрушительной силы паводки сопровождающиеся селями [9-10].

Причинами изменения размеров ледников многие исследователи [4-8] считают изменение температурного режима и увлажнения. Данные об абсолютных значениях годового баланса ледников Тянь-Шаня свидетельствуют об уменьшении с запада на восток. В этом же направлении в высокогорной зоне Внутреннего Тянь-Шаня (МС Суусамыр, Тянь-Шань) годовая сумма осадков уменьшилась, на 126-167 мм за 100 лет (Рис.1), что составляет 41-47% от нормы (Первое Национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата), что существенно повысило аридность территории [11].

Вероятно, это связано с существенным сокращением лесных массивов. Сведение леса приводит к уменьшению осадков и изменениям мезоклимата

Результаты сопоставления архивных данных 1930 г., данных лесоустроительного учета 1955 года [14] и результатов исследований по типологии лесов Кыргызстана 2008 года [15,16] по областям республики, выполненные автором, приведены на рисунке 2.

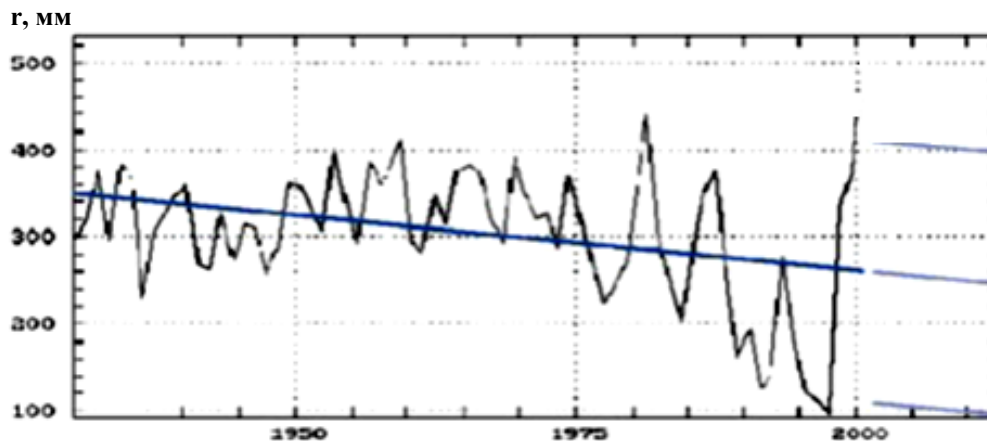


Рис. 1. Изменение средних годовых сумм осадков за период инструментальных наблюдений во Внутреннем Тянь-Шане [11].

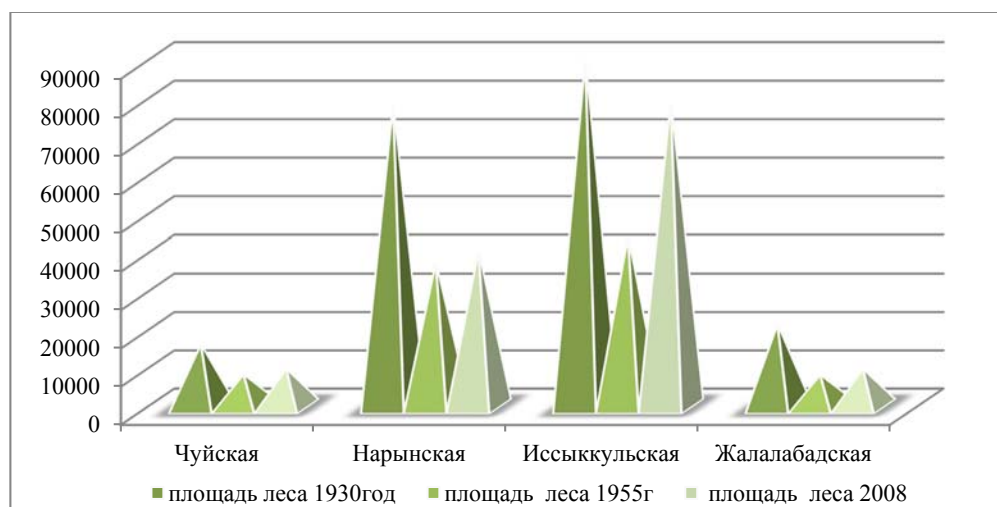


Рис. 2. Изменение площади распространения еловых лесов.

Приведённая диаграмма показывает, что на 2008 г. лесопокрытая площадь на территории Иссyk-

кульской области в отличие от территории Внутреннего Тянь-Шаня почти восстановлена. В то же

время на этой территории отмечается тенденция роста годового количества осадков (рис. 3).

Лес увеличивает количество осадков и, следовательно, сведение леса ведет к значительному их

уменьшению. Несомненно, предположение о взаимосвязи сокращения количества осадков, баланса ледников с резким уменьшением лесопокрытой площади требует дополнительного анализа и обоснования.

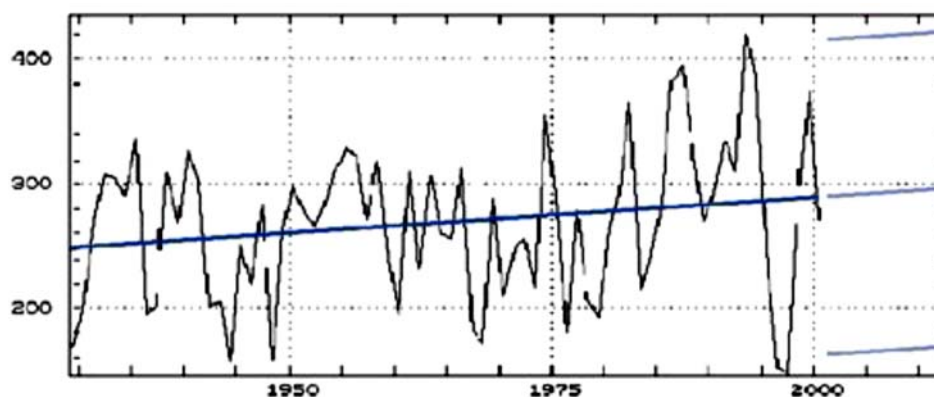


Рис. 3. Изменение средних годовых сумм осадков по метеостанции Чолпон-Ата за период инструментальных наблюдений [11].

Несомненно, предположение о взаимосвязи уменьшения лесопокрытой площади, сокращения количества осадков и баланса ледников требует подтверждения данными соответствующих наблюдений и их анализа [18,19].

Влияние вырубки леса проявляется изменением формирования и соотношения поверхностного и подземного стока.

После вырубки леса (по О.И. Крестовскому) в первые годы меженный сток увеличивается почти в 2 раза, через 40-50 лет он снижается на 50% и если, восстанавливается хвойный лес, примерно через 100 лет, сток возвращается к норме [13].

Матвеевым П.Н. по результатам исследования влияния состояния лесопокрытой площади сделан вывод о том, что восстановление еловых лесов Тянь-Шаня в относительно короткий срок способствуют увеличению стока [12].

Исследования проведенные Гапаровым К.К. в восточной части Прииссыккуля показали, как горный лес способствует улучшению питания водотоков по сравнению с безлесными участками, Установлено, что наиболее интенсивные изменения стока проявляются при снижении лесистости до 30%. Эти значения являются пороговыми, поскольку снижение лесистости водосборов ниже 30% приводит к утрачиванию гидрологических водорегулирующих функций лесных экосистем.

Наблюдения за суммарным стоком на водосборных бассейнах с разной лесистостью, в том числе бассейнах с восстановленным лесом, показали, что повышение лесистости весьма существенно повлияло на его увеличение. Анализ выполнялся по бассейнам с лесистостью в 92, 43 и 21% [14].

Кроме того, в бассейне с наибольшей лесистостью внутригодовая изменчивость стока характеризуется наиболее равномерной, лес регулирует сток.

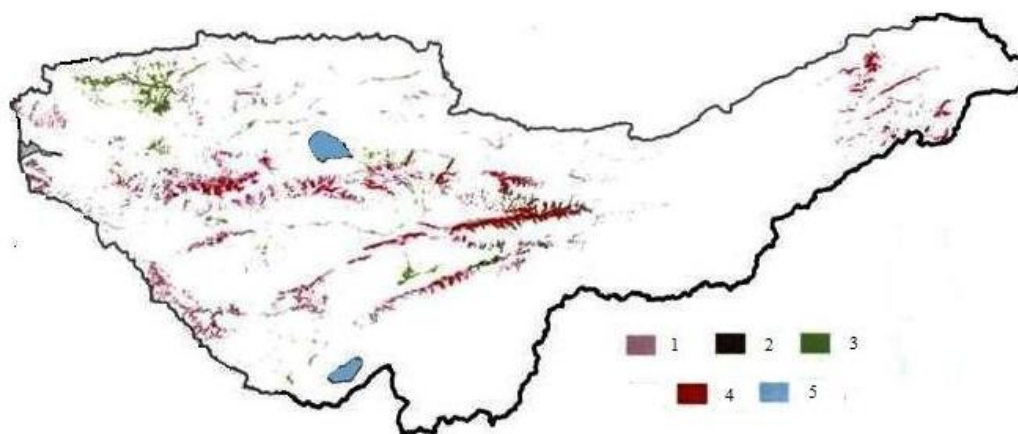
В последние годы успешно развивается один из методов палеоклиматологии – метод дендрохронологии, посредством которого возможна реконструкция пространственно-временной связи между плотностью и шириной годичных колец деревьев и средними значениями годового и сезонного объема стока и их изменчивостью. Этот метод был успешно использован для реконструкции стока рек Кавказа, Монголии, Восточного Тянь-Шаня [20].

Реконструкция объема годового стока р.Нарын с 1753 по 1995 г. на основе изучения реакции ширины и плотности годичных колец ели Шренка на климатические колебания на Тянь-Шане была выполнена Максимовой О.Е. [21].

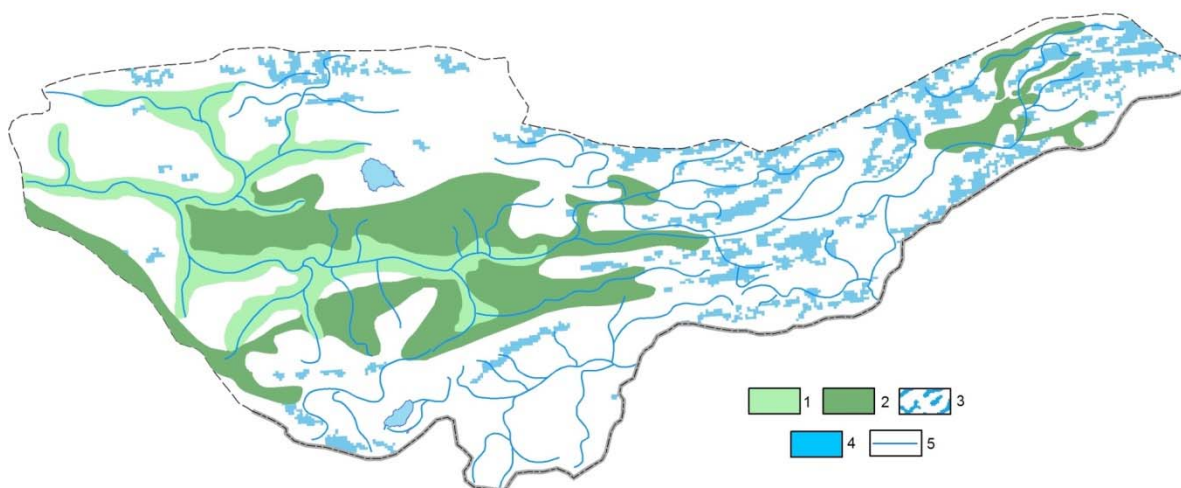
Результаты реконструкции стока р.Нарын, приведенные по гидрометрическому посту Кекирим, свидетельствуют о возрастании годового стока в период с 1940 г. и его снижении в интервале 1944-1948 гг., и резкое возрастание до середины 50-х годов [20], что согласуется с выше приведенными данными и свидетельствует о влиянии лесистости на водные ресурсы.

Арчевые леса во Внутреннем Тянь-Шане произрастают в высотном интервале от 1200 до 3500 м, а еловые - в интервале от 1700 до 3500 м. При этом еловые леса, сами привлекая осадки, произрастают в условиях достаточного увлажнения, в то время как арчевые леса менее требовательны к режиму увлажнения и температуры.

На основе этих характеристик, анализа карт рельефа, осадков и режима увлажнения, литературных данных нами построена схематическая карта реконструкции лесопокрытой площади Внутреннего Тянь-Шаня (рис. 5-6.).



**Рис. 5.** Географическое местоположение главных лесных экосистем Внутреннего Тянь-Шаня [16].  
1- кустарники; 2- арча; 3-лиственные ; 4- ель, пихта; 5- озёра.



**Рис. 6.** Схематическая карта реконструкции лесопокрытой площади Внутреннего Тянь-Шаня.  
1 – реконструированная территория распространения еловых лесов, 2 – реконструированная территория распространения лиственных тугайных лесов, 3 – ледники, 4 – озёра, 5 – реки.

Более полному и целенаправленному использованию гидролого-климатических свойств лесов препятствует отсутствие достаточно обоснованных критериев их оценки. Гидрологическая роль лесов нередко характеризуется только как большая, разносторонняя, исключительная.

Объективное обоснование влияния лесных горных экосистем на формирование и изменчивость стока возможно на основе специальных исследований, включая метод геогидрологического моделирования. Решение этой задачи является чрезвычайно трудным, поскольку с одной стороны, требуются результаты комплексных долговременных натурных исследований за осадками, поверхностным, подземным стоком и лесистостью в горных условиях. С другой стороны, модели такого типа требуют методической разработки.

Поэтому прогноз этого многофакторного и сложного процесса требует комплексного изучения на основе комплексного мониторинга.

Мониторинг и ежегодный прогноз селовой опасности по Нарынской области, занимающей значительную часть Внутреннего Тянь-Шаня, выполняемый службой МЧС [9] свидетельствует о высокой степени риска в этом регионе. При этом участки селовой опасности приурочены к территориям утраченного леса. Многолетний опыт полевых наблюдений автора в рамках международных проектов FAO, международного секретариата ООН по борьбе с опустыниванием и ГЭФ в целом свидетельствует о существенном изменении лесных экосистем [18].

Неблагоприятное социально-экономическое положение Кыргызстана вынуждает жителей сел заниматься вырубкой леса для обогрева и приготовления пищи. Вырубка ветрозащитных, противозерозийных лесопосадок вдоль полей и дорог вызывает деградацию почв. Изреживание и сокращение площадей горных лесов наблюдается практически повсеместно. Этот процесс, в связи с тяжелым социально-экономическим положением, ускорился в последние годы. По данным FAO [2,18] с 1990 г. по 2000 г. лесопокрываемая

территория ежегодно снижалась на 2,6%. Наибольшую хозяйственную нагрузку несут легкодоступные леса. В целом с лесными экосистемами происходит фрагментация, которая обусловлена природными и антропогенными факторами. Особенно заметна фрагментация горных лесов. Законные и незаконные рубки продолжаются до настоящего времени.

Приведённый анализ опубликованных материалов и собственных полевых наблюдений автора по влиянию горных экосистем на количество осадков, формирование поверхностного и подземного стока, паводкового режима свидетельствует об их значительном влиянии на водные ресурсы. Для количественной оценки влияния состояния горных экосистем на трансформацию гидрогеосферы можно ответить только на основе комплексного мониторинга. Для прогнозирования и управления подземным и поверхностным стоком, разработке упреждающих геориски рекомендаций необходимы точные сведения о пространственных изменениях горных экосистем. В настоящее время нет разработок для территории межгорных бассейнов Тянь-Шаня и Памиро-Алая по регулированию влагооборота с помощью лесных экосистем, хотя они являются саморегулирующимися, естественными и долговечными силами. Очевидно, что управление водными ресурсами горных стран должно быть сопряжено с интегрированным управлением и сохранением горных экосистем.

#### Литература:

- Щетинников А.С. Изменение размеров оледенения Памиро-Алая за 1957 - 1980 годы. Материалы гляциол. исслед., вып. 76. - М., 1993. - 77-83 с.
- Диких А.Н. Режим современного оледенения Центрального Тянь-Шаня. - Фрунзе: Илим, 1982. - 159 с.
- Вилесов Е.Н., Макаревич К.Г., Поляков В.Г. Пространственно-временная изменчивость ледниковой системы Заилийского Алатау. Материалы гляциол. исслед. вып. 76. - М., 1993. - С. 90-95.
- Aizen, V.B., Kuzmichenok V.A., Surazakov A.B., Aizen E.M. Glacier changes in the Tien Shan as determined from topographic and remotely sensed data: *Global and Planetary Change*, 56, 2007. - P. 328-340.
- Кутузов С.С. Изменение ледников внутреннего Тянь-Шаня за последние 150 лет. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. - М.: МГУ, 2009. - 27 с.
- Bolch T. Climate change and glacier retreat in northern Tien Shan (Kazakhstan / Kyrgyzstan) using remote sensing data: *Global and Planetary Change*, 56, 2007. - P. 1-12.
- Khromova, T.E., Dyurgerov M.B., Barry R.G. Late-twentieth century changes in glacier extent in the Ak-Shirak Range, Central Asia, determined from historical data and ASTER imagery. - *Geophys. Res. Lett.*, 30(16), 2003.
- Narama C., Shimamura Y., Nakayama D., Abdrakhmatov K. Recent changes of glacier coverage in the western Terskey-Alatau range, Kyrgyz Republic, using Corona and Landsat: *Annals of Glaciology*, 2006. - P. 223-229.
- Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. - Бишкек: МЧС КР, 2014. - 718 с.
- Ерохин С.А. Мониторинг прорывоопасности горных озёр Кыргызстана. Автореферат диссертации на соискание уч. степени кандидата геол.-мин.н. - Бишкек, 2012. - 25 с.
- Первое Национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. - Б.: 2003. - 98 с.
- Матвеев П.Н. Гидрологическая и защитная роль горных лесов Киргизии. - Фрунзе: Илим, 1984. - 240 с.
- Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. - Л.: Гидрометеоздат, 1986. - 118 с.
- Гапаров К.К. Влияние хозяйственной деятельности на изменение гидрологических и защитных функций еловых лесов Прииссыкуля: автореферат. Диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. - Бишкек, 2006. - 30 с.
- Национальная оценка лесных и древесных ресурсов 2008-2009 гг. Кыргызстан. Бишкек. 2010.-56 с.
- Гриза Э., Венгловский Я., Сарымсаков З., Карраро Г. Типология лесов Кыргызской Республики. - Бишкек, 2008. - 264 с.
- Оролбаева Л.Э. Влияние лесных экосистем Тянь-Шаня на экологию водных ресурсов. - Алматы: Научный журнал «Терра», 2012. - С. 137-145.
- Оролбаева Л.Э., Мелешко А.А. Состояние горных экосистем Тянь-Шаня и формирование опасных природных процессов. - М.: Вестник РУДН №3, 2016. - С. 75-82.
- Оролбаева Л.Э. Геогидрология горных стран (на примере Тянь-Шаня и Памиро-Алая). - Бишкек: «Техник», - 2013. - 185 с.
- Коновалов В.Г., Максимова О.Е. Реконструкция и прогноз составляющих водного баланса в бассейне реки Нарын (Киргизия) по дендрохронологическим данным. Лед и снег. 2012. - №52(3). - С. 87-98.
- Максимова О.Е. Дендрохронологические реконструкции климатических и гидрологических параметров на Тянь-Шане (Киргизия) за последние столетия. Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. географ. н. - М., 2012. - 25 с.

Рецензент: д.геол.-мин.н. Садыбакасов И.С.