

ГЕОГРАФИЯ

Геоэкология

Научная статья

УДК 551.577.38(571.54)

DOI 10.18101/2587-7143-2022-3-33-40

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БУРЯТИИ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

© **Кочугова Елена Александровна**

кандидат географических наук, доцент,
Иркутский государственный университет
Россия, 664003 г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1
Kochugovae@mail.ru

Аннотация. Дана оценка изменению режима увлажнения Бурятии. Показано увеличение засушливости климата территории. В качестве критерия атмосферных засух использован гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Проанализированы тенденции ГТК и его составляющих за вегетационный период 1969–2019 гг. Анализ динамики ГТК показал, что начиная с 2002 г. засушливые погодные условия стали наблюдаться чаще. Выявлено, что температурный режим Бурятии с холодной и малоснежной зимой, а также жарким летом способствует формированию засушливых зон на 40 % площади. Наступление атмосферной засухи возможно в любом месяце вегетационного периода. Невысокий снежный покров и его ранний сход (за 50–60 дней до начала вегетации) лишают почву запаса влаги, поэтому засушливые условия могут наблюдаться уже весной. В начале вегетационного периода очень сильная засушливость наблюдается примерно в 50% случаев. Формирование засух в Бурятии обеспечивает не только отсутствие эффективных осадков и низкие запасы влаги в почве весной, но и высокие температуры воздуха. В период сильных засух средняя месячная температура воздуха в 1,5–2 раза выше средних многолетних значений.

Ключевые слова: вегетационный период, гидротермический коэффициент Селянинова, засуха, режим увлажнения, Республика Бурятия.

Для цитирования

Кочугова Е. А. Пространственно-временная изменчивость атмосферного увлажнения на территории Бурятии в вегетационный период // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2022. № 3. С. 33–40.

Введение

Исследование засушливости, являющейся естественной составляющей меняющегося климата, в последние годы приобрело особую значимость. Интерес обусловлен прежде всего последствиями засухи для окружающей среды, экономики и социального благополучия населения.

В статьях, посвященных данному вопросу [1–3; 7; 8], к факторам, способствующим формированию продолжительных засух, отнесены крупномасштабные атмосферные механизмы, где особое внимание уделяется концепции атмо-

сферных блокирующих образований и аномалиям температуры поверхности океана. Согласно результатам ансамблевых расчетов будущих изменений климата, полученных с помощью региональной климатической модели ГГО (Климатический центр Росгидромета), на территории России ожидаются дальнейший рост температуры и межгодовой изменчивости климата, увеличение продолжительности и интенсивности волн тепла. Совместное влияние перечисленных факторов может привести к увеличению площади засушливых областей. В связи с этим требуются разработка адаптационных стратегий, изменения в аграрной специализации регионов, расширение площади орошаемых земель и пр. Насколько уязвимо отечественное сельское хозяйство к последствиям климатических изменений, показали засухи 2010 и 2012 гг.

Цели и задачи

Разработка программ, направленных на уменьшение рисков, вызываемых климатическими изменениями, и учитывающих региональные различия, должна опираться на материалы научных исследований. В этой связи целью статьи является рассмотрение изменения агроклиматических условий Республики Бурятия по степени засушливости.

Для достижения поставленной цели требовалось решить несколько задач, в том числе изучить специализированные индексы засушливости, применяемые в отечественной и зарубежной практике; рассмотреть особенности режима увлажнения Республики Бурятия; оценить многолетние изменения сумм осадков и температуры воздуха за вегетационный период, поскольку именно длительные бездождные периоды, сопровождающиеся высокой температурой воздуха, способствуют формированию засух.

Материалы и методы

Исходным материалом для выполнения исследования послужили данные наблюдений за температурой воздуха и атмосферными осадками суточного разрешения, размещенные на сайте ВНИИГМИ-МЦД (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных), метеорологических станций Бабушкин, Багдарин, Баргузин, Иволгинск, Орлик, Романовка, Сосново-Озерское, Таксимо, Тунка, Улан-Удэ за вегетационный период (май — сентябрь) с 1969 по 2019 г.

При классификации засух ключевой переменной является влажность почвы. Однако прямое использование этой величины для оценки происходящих климатических изменений засушливости невозможно из-за крайней ограниченности информации. Вследствие этого для характеристики засух используются специальные индексы, основанные на данных стандартных метеорологических наблюдениях. К их числу можно отнести индекс засушливости Кетча — Бирама (KBDI), индекс аридности (AI), индекс засухи (NDI), эффективный индекс засушливости (EDI), стандартизованный индекс осадков (SPI), гидродинамический индекс Селянинова и пр.¹ Каждый из них имеет свои достоинства (простота расчета, доступность входных параметров, широкая практика применения) и недо-

¹ Справочник по показателям и индексам засушливости ВМО, 2016.

статки (невозможность использования в классификациях климата, не подвергался широкой апробации, для расчета требуются временные ряды без пропущенных значений). В большинстве случаев они представляют сочетание температуры воздуха и количества атмосферных осадков.

В статье для оценки интенсивности атмосферных засух использован гидро-термический коэффициент Селянинова (ГТК), который часто находит применение в отечественной оперативной практике, полезен для мониторинга сельскохозяйственной засухи, а также используется в климатических классификациях. Для его расчета не требуется множество входных данных. Он широко применяется в системе агрометеорологического мониторинга Росгидромета.

Результаты и их обсуждение

Исследуемая территория согласно оценке агроклиматического потенциала относится к ареалу низкой продуктивности климата, отличающемуся дефицитом влаги, формирующего слабозасушливые и засушливые зоны при значительной теплообеспеченности [4]. Годовое количество осадков на территории Бурятии колеблется от 200 до 400 мм во внутренних районах, закрытых горными хребтами от влажных воздушных масс, до 1000–1400 мм на наветренных северо-западных и западных склонах хребтов Хамар-Дабан, Баргузинский, Байкальский. Территория характеризуется неравномерным распределением осадков. Большая часть годовой суммы осадков (80–90 %) выпадает в теплое время года [5]. Неравномерное внутригодовое распределение осадков весной приводит к резкому увеличению пожароопасных ситуаций в лесных массивах и существенному недостатку влаги в начале вегетационного периода, что снижает урожайность сельскохозяйственной продукции и т. д.

Формированию засух в Бурятии благоприятствуют не только длительные безосадочные периоды, но и высокая температура воздуха, большие суммы солнечной радиации, низкая влажность воздуха и повышенная испаряемость. Небольшая высота снежного покрова и его ранний сход (50–60 дней после схода снега до начала вегетации) не обеспечивают почву значительными запасами влаги, поэтому засушливые условия могут наблюдаться уже весной. В среднем засушливые районы занимают около 40 % площади республики.

Степень засушливости согласно ГТК определяют по шести градациям¹, но в статье детально рассмотрены три: «очень сильная засуха» ($ГТК < 0,4$), «сильная засуха» ($0,4 \leq ГТК < 0,5$) и «засуха средней засушливости» ($0,5 \leq ГТК < 0,7$), поскольку именно они наносят значительный ущерб экономике республики.

Изучив временное распределение этих градаций, мы выявили, что наиболее часто засухи наблюдаются в июне и мае (рис. 1). Причем в эти месяцы очень еростильная засушливость наблюдается примерно в 50% числа случаев с засухами. В июле вероятность наблюдения данной градации уменьшается в 1,8 раза.

¹ Справочник по показателям и индексам засушливости ВМО. 2016. URL. https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP-Drought-Indices_ru_2016.pdf. (дата обращения: 15.02.2022).

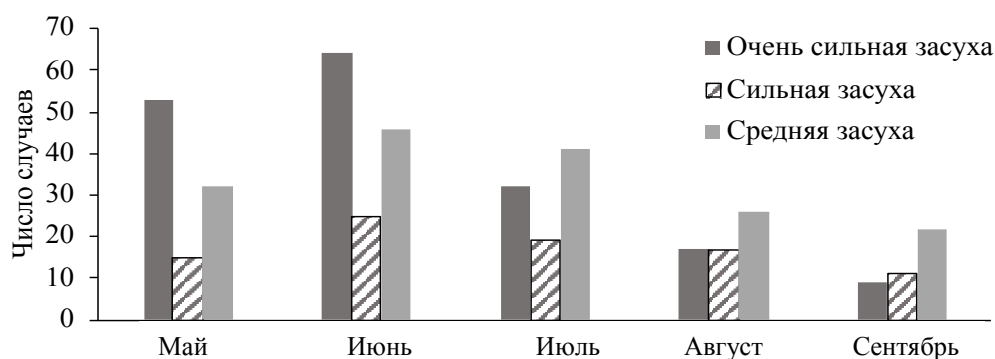


Рис. 1. Распределение числа случаев с очень сильными, сильными и средними засухами за вегетационные периоды с 1969 по 2019 г.

Анализ динамики гидротермических условий на территории Бурятии в мае показал, что изменение ГТК носит разнонаправленный характер. Однако на большей территории засушливость увеличивается. Исключение составляют станции Бабушкин, Баргузин, Сосново-Озерское, где увлажнение растет. Довольно часто засухи в мае бывают в центральных районах республики, где начиная с 2009 г. наблюдаются почти ежегодно. В целом для Бурятии начало активной вегетации начиналось при засушливых погодных условиях в 1978, 1992 и 1996 гг.

В июне засушливость увеличивается на станциях Бабушкин, Иволгинск, Романовка, Сосново-Озерское и Улан-Удэ, а в Багдарине, Орлике и Тунке, наоборот, повторяемость засушливых периодов уменьшается. Почти повсеместно на территории Бурятии в июне засухи наблюдались в 1969, 1979, 1999 гг. и 2016 г. К примеру, с 2013 по 2017 г. организация сельского хозяйства проходила в сложнейших климатических условиях, из-за сильнейших засух в большинстве районов республики ежегодно вводился режим ЧС. Отсутствие эффективных осадков, высокие дневные температуры воздуха и почвы, низкая относительная влажность воздуха, суховеи способствовали интенсивному испарению влаги из почвы. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы в июне достигали критических значений. Согласно климатическим прогнозам эта тенденция сохранится в дальнейшем¹.

Как правило, засушливые условия в начале вегетационного периода обусловлены высокими температурами (рис. 2). Так, при формировании сильных засух средняя месячная температура воздуха в 1,5–2 раза выше средних многолетних значений.

Повышение температуры определяет увеличение продолжительности вегетационного сезона. Рост сумм активных температур (выше 10 °С) характерен для

¹ Климатический центр Росгидромета. URL. <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/klimat/lf-hr> (дата обращения: 15.04.2022). Текст: электронный; Веб-ориентированный производственно-исследовательский центр мониторинга и прогноза региональных климатических и экологических изменений. URL. <http://climate.scert.ru> (дата обращения: 15.02.2022).

всей рассматриваемой территории, но наибольшие изменения (на 7–8 °С в год) отмечаются на станциях Улан-Удэ, Иволгинск и Орлик (рис. 3). Полученный вывод согласуется со статьей [6], где указано, что за 60-летний период суммы активных температур на территории Забайкалья увеличились на 150–350 °С. Увеличение ресурсов тепла в вегетационный период приведет к изменению испарения, что усилит засушливость территории. Сумма активных температур за вегетационный период на территории Бурятии изменяется в пределах от 645 до 2 427 °С.

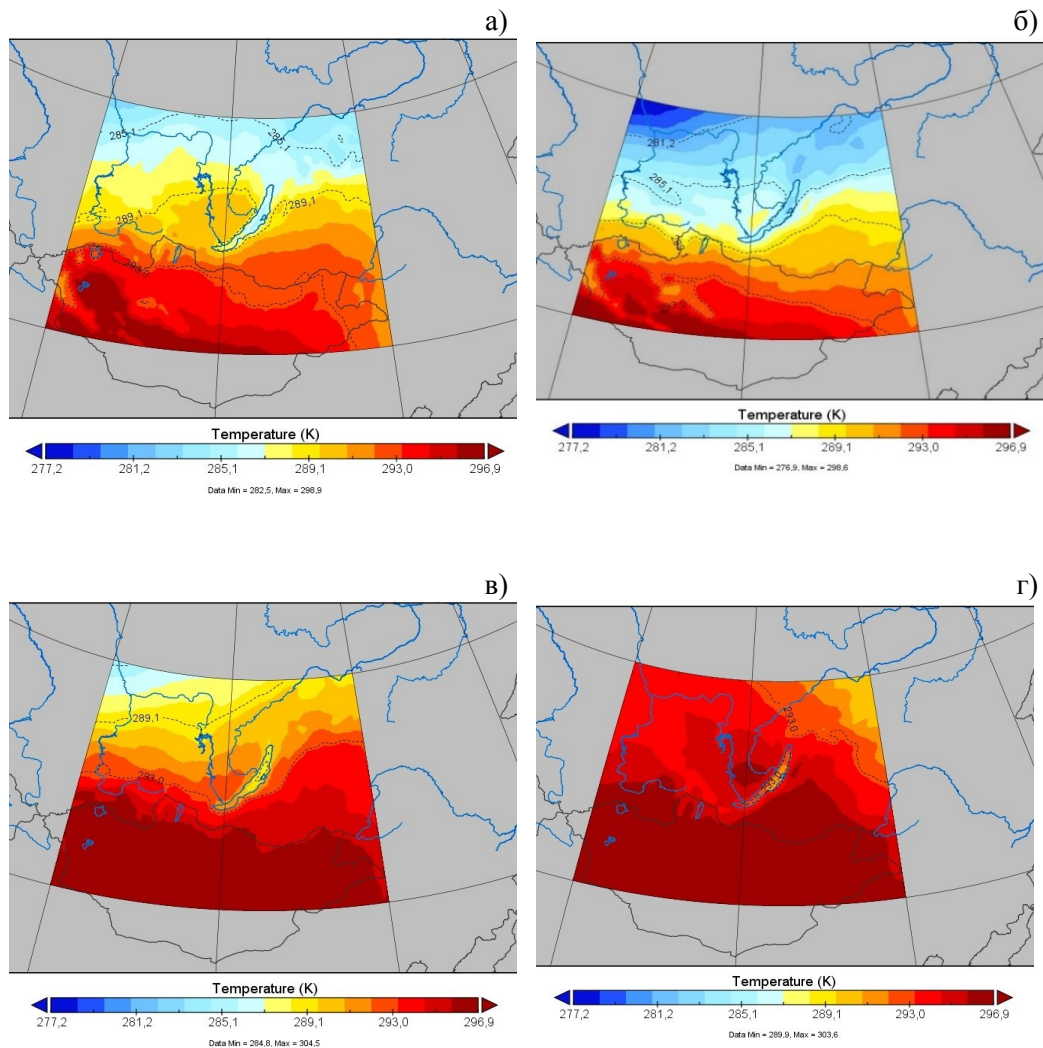


Рис. 2. Средние месячные значения температуры воздуха в периоды очень сильных засух на территории Республики Бурятия: май 1992 г. (а), май 1996 г. (б), июнь 1999 г. (в) и июнь 2016 г. (г)

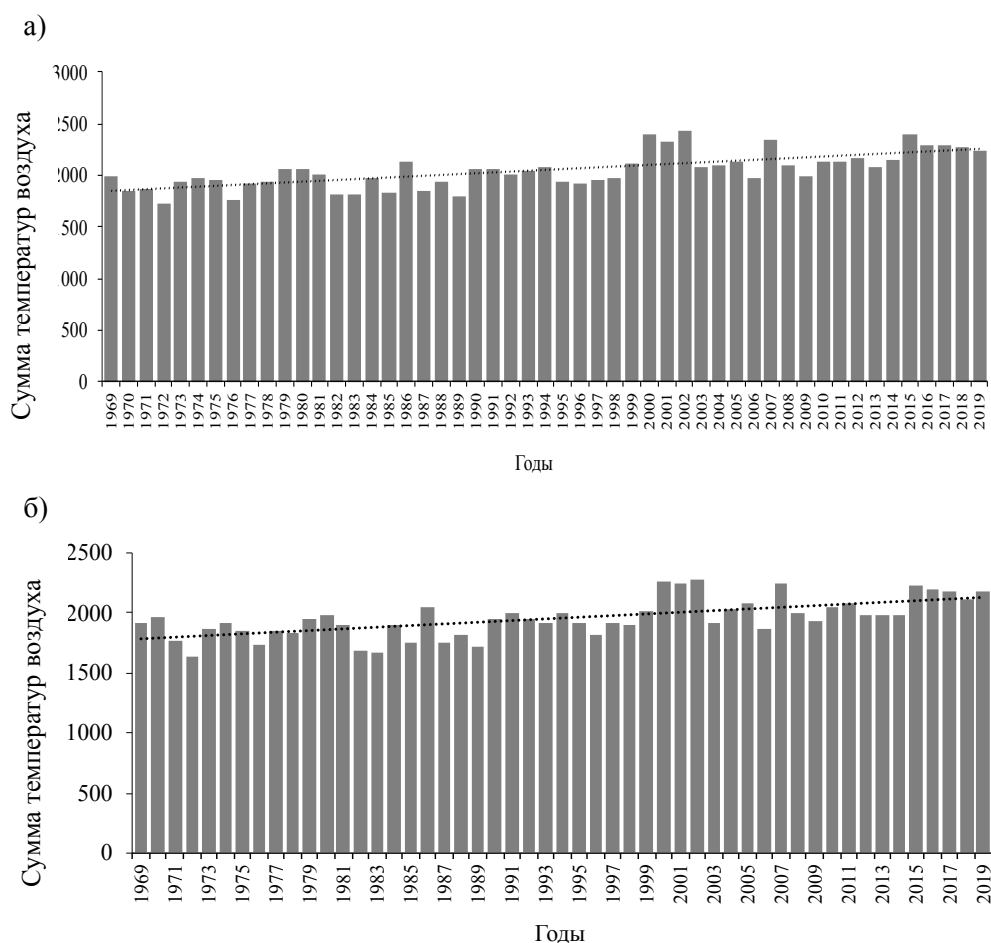


Рис. 3. Многолетняя динамика активных температур за вегетационный период на метеорологических станциях Улан-Удэ (а) и Иволгинск (б)

Проанализировав динамику коэффициента засушливости, можно заключить, что засушливость растет. Самыми засушливыми районами республики являются Иволгинск, Улан-Удэ и Баргузин. В целом за рассмотренный период наблюдалось 417 случаев с засухами, причем 68% наблюдались именно на этих трех станциях (табл. 1).

Таблица 1

Суммарное количество «очень сильных», «сильных» и «средней засушливости» погодных условий на метеорологических станциях Республики Бурятия (1969–2019 гг.)

| Станции | Число случаев с $ГТК < 0,7$ | | | | |
|----------|-----------------------------|------|------|--------|----------|
| | май | июнь | июль | август | сентябрь |
| Бабушкин | | 4 | 2 | 2 | 1 |
| Багдарин | 3 | 5 | 4 | 2 | 1 |

Е. А. Кочугова. Пространственно-временная изменчивость атмосферного увлажнения на территории Бурятии в вегетационный период

| Станции | Число случаев с ГТК<0,7 | | | | |
|------------------|-------------------------|------|------|--------|----------|
| | май | июнь | июль | август | сентябрь |
| Баргузин | 16 | 24 | 20 | 13 | 6 |
| Иволгинск | 31 | 32 | 17 | 17 | 12 |
| Орлик | 3 | 2 | | 1 | 4 |
| Романовка | 5 | 12 | 15 | 3 | 2 |
| Сосново-Озерское | 5 | 13 | 8 | 5 | 2 |
| Таксимо | | 10 | 10 | 2 | |
| Тунка | 8 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| Улан-Удэ | 29 | 29 | 15 | 14 | 13 |

Следует отметить, что начиная с 2002 г. засушливые периоды стали наблюдаться чаще. Даже в сентябре, когда засухи формируются крайне редко, на станциях Иволгинск и Улан-Удэ с 2011 по 2017 г. засухи наблюдались ежегодно.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что засушливость климата Республики Бурятия растет в основном за счет повышения температуры воздуха, что, вероятно, приведет к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур и животноводства в будущем. При анализе многолетних гидротермических условий Бурятии выявлено, что наступление атмосферной засухи возможно в любом месяце вегетационного периода. Однако наиболее интенсивные засухи наблюдаются в начале вегетационного периода. Повышенный риск возникновения засушливых условий характерен для территорий, расположенных вблизи метеорологических станций Улан-Удэ и Иволгинск. На эти станции приходится 68 % всех случаев с засухами.

Литература

1. Антохина О. Ю. Атмосферные осадки в бассейне р. Селенги в июле и особенности крупномасштабной циркуляции атмосферы над Евразией // География и природные ресурсы. 2019. № 4. С. 104–115. Текст: непосредственный.
2. Страшная А. И., Максименкова Т. А., Чуб О. В. Агрометеорологические особенности засухи 2010 года в России по сравнению с засухами прошлых лет // Труды Гидрометцентра России. 2011. Вып. 345. С. 171–188. Текст: непосредственный.
3. Синоптический анализ экстремальной засушливости и увлажненности на территории Российской Федерации / Д. Н. Уткузова, Р. М. Вильфанд, В. М. Хан, Е. С. Ганиева // Биосфера. 2015. Т. 7, № 1. С. 50–60. Текст: непосредственный.
4. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под редакцией Н. В. Кобышевой, К. Ш. Хайруллина. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2005. 319 с. Текст: непосредственный.
5. География Сибири в начале XXI. Восточная Сибирь. Т. 6 / ответственный редактор Л. М. Корытный, А. К. Тулохонов. Новосибирск: Гео, 2016. 396 с. Текст: непосредственный.
6. Обязов В. А., Носкова Е. В. Многолетние изменения агроклиматических ресурсов Забайкалья // Вестник ЗабГУ. 2015. № 08(123). С. 20–29. Текст: непосредственный.
7. Максютова Е. В., Воропай Н. Н. Изменения гидротермических условий вегетационного периода на Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2016. № 45. С. 20–28. Текст: непосредственный.

8. Оценка пространственно-временной изменчивости засушливости экосистем Республики Бурятия / Е. Ж. Гармаев, А. А. Аюржанаев, Б. З. Цыдыпов [и др.] // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26, № 2(84). С. 34–42. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 01.07.2022; одобрена после рецензирования 10.08.2022; принята к публикации 10.11.2022

SPATIOTEMPORAL VARIABILITY OF ATMOSPHERIC HUMIDIFICATION
IN THE TERRITORY OF BURYATIA DURING THE VEGETATION PERIOD

Elena A. Kochugova

Cand. Sci. (Geogr.), A/Prof. of Department
of Meteorology and Physics of Near-Earth Space Environment
Irkutsk State University
1 Karla Marksa St., Irkutsk 664003, Russia
kochugovae@mail.ru

Abstract. The article gives an assessment of the changes in the moisture regime of Buryatia. There is an increase in the aridity of the climate of the territory. Using Selyaninov's hydrothermal coefficient (HTC) as a criterion for atmospheric droughts we have analyzed its trends and components for the vegetation period of 1969–2019. An analysis of the HTC dynamics shows that since 2002 dry weather conditions have become more frequent. It has been revealed that the temperature regime of Buryatia with cold and little snow winters, as well as hot summers, results in the formation of arid zones on 40% of the area. Atmospheric drought is possible in any month of the vegetation period. Low snow cover and its early melting (50–60 days before the start of the vegetation period) deprive the soil of moisture, so dry conditions can be observed already in spring. At the beginning of the vegetation period, very strong aridity is observed in about 50% of cases. Droughts in Buryatia are caused not only by the absence of effective precipitation and low moisture reserves in the soil in spring, but also by the high air temperatures. During severe droughts the average monthly air temperature is 1.5–2 times higher than the average long-term values.

Keywords: vegetation period, Selyaninov's hydrothermal coefficient, drought, moisture regime, the Republic of Buryatia.

For citation

Kochugova E. A. Spatiotemporal Variability of Atmospheric Humidification in the Territory of Buryatia during the Vegetation Period. *Bulletin of Buryat State University. Biology, Geography*. 2022; 3: 33–40 (In Russ.).

The article was submitted 01.07.2022; approved after reviewing 10.08.2022; accepted for publication 10.11.2022.