СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-18

LONG-TERM FORECAST OF WEATHER CONDITIONS AS A TOOL OF PLANNING FOR STABLE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS ON A PASTURE

S.Yu. Turko, K.Yu.Trubakova

*Federal Research Centre of Agroecology, Amelioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia*

Received 10.08.2020

Submitted 25.11.2020

Summary

The article lays the foundation for a new direction in forecasting weather conditions in order to reduce agricultural risks, in particular, in animal husbandry. The identified cyclicity was used as the basis for an analog forecast, which allows you to make a significant step in forecasting weather for the future.

Abstract

Introduction. The relevance of research is presented by the peculiarities of the relationship between the periods of rotation and the interaction of three celestial bodies (the Moon, the Earth and the Sun) and the weather on pastures in the arid zone of the Lower Volga region. The purpose of the study is to develop a pasture management system, taking into account the weather conditions predicted for the future. **Object.** A new direction in forecasting weather conditions has begun, the arrays of meteorological data have been selected in order to reduce agricultural risks, in particular, in animal husbandry. **Materials and methods.** The materials from meteorological stations, literature sources and own observation results obtained at the hydrological complex of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Volgograd, north latitude 48.647655, east longitude 44.437225) were taken as a basis for making a long-term forecast of weather conditions for the future. **Results and conclusion.** The meaning of the research theory is that the periods of rotation of the main celestial bodies and their relative position never coincide (within a certain cycle). This assumption gives reason to believe that the formation of weather on Earth is cyclical and there are periods of repetition. As a result, it is possible to predict weather conditions for the near future. At the moment, the theory of long-term weather forecasting in agriculture has been little studied. Firstly, this is due to the large variability of atmospheric circulation. Secondly, because of the irrational use of natural resources. Thirdly, there are difficulties in accounting for factors influencing the atmosphere, including anthropogenic ones. Fourthly, because of the traditional approach. The weather conditions of the year are highly dependent on solar activity. The problem of forecasting weather conditions on pastures can be solved under the following conditions: creation of a special reference book of weather conditions (possibly electronic) for the previous cycle; development of a program for reading and using the information provided in the reference book. It is necessary to create a basis for calculating the phyto productivity of plant communities in the pasture. It is impossible to predict the weather on Earth, which has a probabilistic nature, using a single deterministic equation. An approach is needed based on a certain cyclical nature of processes and analogies of their origin. Despite the influence of anthropogenic activity on weather conditions, the main reason lies in the asynchronous movement of the three celestial bodies. The Moon, Earth and Sun have many positions that form a particular cycle. This most likely leads to a variety of weather conditions and affects the phyto productivity of pastures. The identified cyclicity was used as the basis for an analog forecast, which allows you to make a significant step in forecasting weather for the future.

Key words: *weather forecasting, meteorological conditions, celestial objects, rotation period, Earth, phyto productivity of plants, pastures.*

Citation. Turko S. Yu., Trubakova K. Yu. Long-term forecast of weather conditions as a tool of planning for stable growth and development of plants on a pasture. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4(60). 192-200 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-18.

Author's contribution. The authors of this study were directly involved in the collection of material, data analysis and writing the manuscript. The authors of the article reviewed and approved the submitted final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 551.509

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ СТАБИЛЬНОГО РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ НА ПАСТБИЩЕ

С. Ю. Турко, кандидат сельскохозяйственных наук

К. Ю. Трубакова, младший научный сотрудник

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград*

Дата поступления в редакцию 10.08.2020

Дата принятия к печати 25.11.2020

Актуальность обусловлена особенностями взаимосвязи между периодами вращения и взаимодействием трех небесных тел (Луны, Земли и Солнца) и погодой на пастбищах в аридной зоне Нижнего Поволжья. Цель исследования сводится к разработке системы управления пастбищным хозяйством с учетом метеоусловий, прогнозируемых на перспективу. **Объект.** Изучались массивы метеоданных для начала нового направления в прогнозировании погодных условий, с целью снижения сельскохозяйственных рисков, в частности, в животноводстве. **Материалы и методы.** Были использованы материалы с метеорологических станций, литературных источников и собственных результатов наблюдений, полученных на гидрологическом комплексе ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград с.ш. 48.647655, в.д. 44.437225) для составления долгосрочного прогноза погодных условий на перспективу. **Результаты и выводы.** Суть теории исследований в том, что периоды вращения главных небесных тел и их взаимное расположение никогда не совпадают (в рамках определенного цикла). Это предположение дает основание считать, что формирование погоды на Земле циклично и бывают периоды повтора. Следовательно, появляется возможность прогнозировать погодные условия на ближайшую перспективу. На данный момент теории прогнозирования погоды на долгосрочную перспективу в сельском хозяйстве уделяется мало внимания. Во-первых, это связано с большой вариабельностью циркуляции атмосферы. Во-вторых, из-за нерационального природопользования. В-третьих, существуют сложности в учете влияющих на атмосферу факторов, в том числе антропогенного. В-четвертых, из-за традиционности подходов. Отмечено, что погодные условия года сильно зависят от солнечной активности. Проблема прогноза погодных условий на пастбищах может быть решена при следующих условиях: создание специального справочника погодных условий (возможно, электронный) за предыдущий цикл; разработка программы по считыванию и использованию информации, предоставленной в справочнике. Кроме того, необходимо создать базу для расчета фитопродуктивности растительных сообществ на пастбище. Одним детерминированным уравнением осуществить прогноз погоды на Земле, имеющей вероятностную природу, невозможно. Необходим подход, основанный на определенной цикличности процессов и аналогий их происхождения. Несмотря на влияние антропогенной деятельности на погодные условия, главная причина кроется в несинхронности движения трех небесных тел. Множество положений Луны, Земли и Солнца формирует определенный цикл. Это, вероятнее всего, приводит к разнообразию погодных условий и влияет на фитопродуктивность пастбищ. Выявленная цикличность была положена в основу аналогового прогноза, который позволяет совершить значимый шаг в прогнозировании погоды на перспективу.

Ключевые слова: прогнозирование погоды, метеоусловия, небесные объекты, управление пастбищным хозяйством, фитопродуктивность пастбищ.

Цитирование. Турко С. Ю., Трубакова К. Ю. Долгосрочный прогноз погодных условий как

инструмент планирования стабильного роста и развития растений на пастбище. *Известия НВ АУК*. 2020. 4 (60). 192-200. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-18.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в сборе материала, анализе данных и написании рукописи. Авторы статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. С каждым годом на Земле растет число экстремальных погодных явлений, которые приносят огромные потери во всех сферах сельского хозяйства [1, 5]. Растет зависимость пастбищного животноводства от агроклиматических условий. Непредсказуемые погодные условия в начале вегетации или период активного роста растений могут нанести непоправимый ущерб пастбищному животноводству на несколько лет вперед. Составление прогноза погодных условий для нормального состояния и развития травостоя – один из малоизученных вопросов в системе управления пастбищным хозяйством. Он требует определенных расчетов и моделирования с учетом конкретных погодных условий, а именно годового хода осадков [8, 12]. Процесс организации производства пастбищного животноводства нужно рассматривать как сложную и многоуровневую проблему, которая на практике решается с помощью специализированных программных продуктов, поскольку факторы, определяющие циркуляцию атмосферы и погоду на Земле, нелинейны и неоднозначны [10]. В их развитии присутствует не только эффект биопродуктивности, но и эффект цикличности. Предположим, что все небесные тела, в том числе и Солнце, движутся по круговым орбитам, то этот феномен становится вполне объясним. Теоретические обоснования подтверждают сделанное предположение. В данной статье заложено начало нового направления в прогнозировании погодных условий с целью снижения сельскохозяйственных рисков, в частности в животноводстве.

Материалы и методы. Цель исследований лежит в нахождении связи между периодами вращения и взаимодействием трех небесных тел (Луны, Земли и Солнца) с погодой на пастбищах в аридной зоне Нижнего Поволжья, а также в разработке системы управления пастбищным хозяйством с учетом погодных условий, прогнозируемых на перспективу. Были использованы материалы метеорологических станций, данные литературных источников, собственные результаты наблюдений на гидрологическом комплексе ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград с.ш. 48.647655, в.д. 44.437225) и интернет-ресурсы. Обработка материалов велась с помощью стандартных методов статистического анализа и авторских компьютерных программ [10]. При моделировании использовали подходы, принятые в работах [4, 6]. Относительно небесных тел и подходов к ним за основу брали работы [7, 9].

Результаты и обсуждение. В статье выдвинута теория взаимосвязи периодов вращения и взаимодействия Луны, Земли и Солнца с метеорологическими условиями на пастбищах аридной зоны Нижнего Поволжья. Суть ее заключается в следующем. Периоды вращения данных небесных тел и их взаимное расположение никогда не совпадают (в рамках определенного цикла). Это предположение дает основание считать, что формирование погоды на Земле циклично и бывают периоды повтора. Следовательно, появляется возможность прогнозировать погодные условия на ближайшую перспективу. Не стоит забывать и об антропогенном влиянии на климат, тем не менее основное воздействие оказывают циклы, в которых находятся небесные тела. В данной теории сосредоточена основная гипотеза работы.

На данный момент теории прогнозирования погоды на долгосрочную перспективу в сельском хозяйстве, в частности в пастбищном животноводстве, уделяется мало

внимания по ряду причин. Во-первых, это связано с большой вариабельностью циркуляции атмосферы [13]. Во-вторых, из-за нерационального природопользования. В-третьих, существуют сложности в учете влияющих на атмосферу факторов, в том числе антропогенного. И наконец, традиционность подходов. Риски в связи с неопределенностью перспективы ведения сельскохозяйственной деятельности крайне велики. По мнению исследователей [10], один неурожайный год может выбить сельскохозяйственное производство из системы на несколько лет. Зарубежные исследователи неоднократно пытались расширить свои познания в этой проблеме. В работе [15] авторы пытаются разработать систему управления пастбищным хозяйством с учетом погодных условий, прогнозируемых на перспективу. В итоге она не была до конца доработана и относится лишь к территориям с гумидным климатом. В нашей стране изучением этой проблемы занимается ряд ученых [3]. Эти исследования распространяются на аридную зону, но несут больше прикладной характер, направленный на нахождение лучшего периода использования пастбищ в конкретных погодных условиях года. Лишь работа Гендлер Т. А. [2] раскрывает важность вопроса прогнозирования погоды. Отмечено, что погодные условия года очень зависят от солнечной активности [14]. Нужно понимать, что не солнечная активность влияет на погоду, а через что и каким образом это влияние происходит. Предположим, что главной причиной перемены погоды на пастбище является несоответствие периодов вращения трех небесных объектов – Луны, Земли и Солнца. Известно, что Луна делает оборот вокруг Земли за 29,5 суток. Следовательно, за 12 месяцев (годовой оборот Земли) суммарно составит 354 суток. Таким образом, разница составляет 11 суток ($365-354=11$). Это означает, что в каждый момент Луна находится на новом месте, т.е. ее нутационный цикл будет иным. Допустим и то, что движение Солнца тоже возможно и происходит вокруг барицентра. Кроме того, на нем в связи со специфичностью термоядерных реакций активность излучения изменяется примерно с 11-ти летним циклом. Период вращения Солнца вокруг барицентра составляет около 132 земных оборота, т.е. первоначальное положение обозначенных небесных тел произойдет через 132 года. Таким образом, за один оборот Солнца вокруг барицентра, Земля совершит 132 оборота, а Луна 1584 оборота. Произведя несложный математический расчет, получим около 2882 варианта сочетания и взаимодействия указанных небесных тел, что, безусловно, должно сказаться на осадковом режиме Земли. Для подтверждения этой гипотезы было проведено определенное сравнение. Разбив предполагаемую орбиту Солнца на 12 частей (по аналогии разбиения орбиты Земли), провели сравнение его с осадковым периодом, выявив степень их совпадения (рисунок 1).

Рисунок 1 – Секторное деление плоскости орбиты Солнца:
I-XII – сектора выделенные на плоскости

Figure 1 – Sector division of the Sun's orbital plane:
I-XII - sectors marked on the plane

Как видно (рисунок 1), I – это начало большого цикла в осадковом периоде со слабой солнечной активностью и малым количеством осадков. Далее идет сектор II, он предшествует циклам, где солнечная активность проявляется очень сильно. Сектора III, IV, V – это сектора, где выпадает наибольшее количество осадков с ярко выраженной солнечной активностью. Сектор VI замыкает первый полуцикл осадкового периода. Здесь малое количество осадков со слабым влиянием солнечной активности на осадковый режим. Новый полуцикл осадкового тренда начинается с сектора VII и VIII. Они также характеризуются слабой солнечной активностью и осадковым режимом. Далее идут сектора IX, X, XI, здесь выпадает значительно больше осадков и более рельефно выглядит роль солнечной активности. Нужно отметить, что сектора IX, X, XI занимают диаметрально противоположное положение по отношению к секторам III, IV, V, т.е. к тем секторам, где были отмечены повышенные показатели. Наконец, сектор XII – осадковый режим и солнечная активность снова понижаются. Из всего изложенного следует вывод, что секторальная и трендовые характеристики погоды объективно одинаковые, поэтому каждую из них можно закладывать в первоначальные прогнозы. Обоснована также цикличность осадкового периода.

Если принятая концепция верна, то цикличность погоды действительно может существовать. Антропогенное влияние на климат можно рассчитать через специальные коэффициенты. Не отрицаем, что могут существовать и другие более обширные циклы, связанные с процессами вращения Земли. Остановимся на описанных выше предположениях поподробнее. Проблема прогноза погодных условий на пастбищах окончательно может быть решена при следующих условиях:

1. Необходимо создать специальный справочник погодных условий (возможно электронный) за предыдущий цикл.
2. Разработать программу по считыванию и использованию информации, предо-

ставленной в справочнике.

Кроме того, необходимо создать базу для расчета фитопродуктивности растительных сообществ на пастбище. В последнем варианте модели для расчета принят целый комплекс допущений:

1. Плотность светового потока, подходящего к верхней кромке растительного сообщества определяется лишь солнечной активностью.
2. Температура воздуха у растительного сообщества коррелирует с плотностью светового потока.
3. Коэффициент использования светового потока, в максимуме равен 2,5 %.
4. Калорийность растений за все время вегетационного периода – величина стабильная и равная 4500 ккал/кг [15].

Для корректировки $K_{\text{ф.р.м.}}$, с учетом места произрастания растений вводится коэффициент N_u . Данная зависимость для N_u – это первый гипотетический вариант, требующий доработки. Также необходимо раскрыть коэффициенты b_1 b_2 , показатель степени « m » и провести соответствие с теорией условной вероятности. В представленной зависимости необходимо заменить значения варьирующих параметров (ΔT , ΔW , NPK) на эквивалентные показатели. Зависимость для их определения будет иметь вид:

$$\theta_{\text{экв}} = \frac{\theta_1 P_1 + \dots + \theta_n P_n}{P_1 + \dots + P_n}, \quad (1)$$

где $\theta_{\text{экв}}$ – эквивалентная величина соответствующего показателя; $\theta_1, \dots, \theta_n$ – величина анализируемого показателя в вегетационный период; $P_1, \dots, P_n$ – вес фактора в период вегетации растений.

Таким образом, расчет коэффициента N_u выглядит:

$$N_u = \left\{ b_1 \left[1 - \left(\frac{\Delta T_{\text{экв}}}{T_{\text{опт}}} \right)^2 \right] b_2 \left[1 - \left(\frac{\Delta W_{\text{экв}}}{W_{\text{опт}}} \right)^2 \right] \left[\frac{N_{\text{экв}}}{N_{\text{опт}}} \cdot \frac{P_{\text{экв}}}{P_{\text{опт}}} \cdot \frac{K_{\text{экв}}}{K_{\text{опт}}} \right]^m \right\}, \quad (2)$$

где $T_{\text{опт}}$ – оптимальная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{экв}}$ – оптимальная температура воздуха в растительном покрове, $^{\circ}\text{C}$; $W_{\text{опт}}$ – оптимальные влагозапасы почвы, мм; $W_{\text{экв}}$ – оптимальные влагозапасы в почвенном слое 1 м, мм; $\Delta T_{\text{экв}}$ и $\Delta W_{\text{экв}}$ – разница между $T_{\text{опт}}$ и $T_{\text{экв}}$; $W_{\text{опт}}$ и $W_{\text{экв}}$; $N_{\text{экв}}$, $P_{\text{экв}}$, $K_{\text{экв}}$ – фактические значения питания; $N_{\text{опт}}$, $P_{\text{опт}}$, $K_{\text{опт}}$ – оптимальные значения питания; b_1 , b_2 – коэффициенты, которые зависят от температурного режима (вследствие дыхания растений) и режима осадков; m – показатель степени.

Получается, что в случае использования эквивалентных показателей зависимость оказывается в неявной форме. Коэффициенты b_1 b_2 , и показатель степени « m » не раскрыты. Следовательно, требуются дополнительные научные исследования в данной области.

Что же касается справочника, он должен состоять из 6 томов. В каждом будет по 13200 ячеек (132 строки и 100 столбцов). В первом томе (SPRAV1) занесена температура воздуха за предыдущий цикл (100 суток по 132 годам). Во втором томе (SPRAV2) представлены данные по весенним запасам влаги (100 суток по 132 годам). В третьем (SPRAV3) приводят данные о содержании в почве азота (100 суток по 132 годам), в четвертом – то же самое по фосфору, в пятом – по калию. В шестом томе заносят количество выпадающих осадков. По сути, справочник примет аналоговую схему прогноза погодных условий, которая предполагает аналогичный алгоритм изменения погоды в предыдущем и последующем циклах. Есть предположение, что движения Луны, Земли и Солнца будут действовать на погоду одинаково. Продуктивность растений на пастбищах рассчитывается по формуле, приведенной в работе [10] с учетом значений N_u , полученных из зависимости и занесенных в справочник, который позволит посуточно

следить за коэффициентом снижения $K_{\text{фар.м}}$, учитывая место произрастания растений. Для разработки программы по считыванию информации необходимо построение блоко-поточковой схемы с последовательной проводкой событий.

Световая нагрузка не входит в справочник, но внимание ей уделяется не меньшее. Этот показатель зависит от солнечной активности и ретрансляционной способности Луны в разные фазы своего развития. Безусловно, она оказывает влияние на погодные условия Земли, если не напрямую, то косвенно. В работе [8] описывается ее влияние на осадковый режим Земли, а значит, и на фитопроодуктивность растений, но это влияние на протяжении солнечно-земного цикла различно. Свой максимум воздействия она оказывает в определенный период лет этого цикла.

Выводы. Одним детерминированным уравнением осуществить прогноз погоды на Земле, имеющей вероятностную природу, невозможно. Необходим подход, основанный на определенной цикличности процессов и аналогий их происхождения. Несмотря на влияние антропогенной деятельности на погодные условия, главная причина кроется в несинхронности движения трех небесных тел. За один оборот Солнца, Земля совершит 132 оборота, а Луна – 1584 оборота. Множество положений Луны, Земли и Солнца формирует определенный цикл. Это, вероятнее всего, приводит к разнообразию погодных условий и соответственно влияет на фитопроодуктивность пастбищ. Выявленная цикличность была положена в основу аналогового прогноза, который позволяет совершить значимый шаг в прогнозировании погоды на перспективу.

Библиографический список

1. Бардин М. Ю., Булыгина О. Н., Платова Т. В. Экстремальность климата // Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. С. 171-202.
2. Гендлер Т. А. Влияние засухи на продуктивность пастбищ и эффективность их фитомелиорации в равнинном Туркменистане: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград, 2004. 24 с.
3. Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство): Национальный доклад / под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. Т. 2. 476 с.
4. Катцов В. М., Школьник И. М., Ефимов С. В. Перспективные оценки изменений климата в Российских регионах: детализация в физическом и вероятностном пространствах // Метеорология и гидрология. 2017. № 7. С. 68-80.
5. Ключков А. В., Соломко О. Б., Ключкова О. С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 101-105.
6. Оперативное и долгосрочное прогнозирование продуктивности посевов на основе массовых расчетов имитационной модели агроэкосистемы в геоинформационной среде (Обзор) / В. П. Якушев, В. В. Якушев, В. Л. Баденко, Д. А. Матвеев, Ю. В. Чесноков // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 451-467.
7. Пашкевич В. В. Геодезическое (релятивистское) вращение тел солнечной системы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Математика. Механика. Астрономия. 2016. Т. 3. № 3. С. 506-516.
8. Причины распределения, особенности и прогноз выпадения осадков на территории Волгоградской области / С. Ю. Турко, В. В. Бородычев, М. В. Власенко, А. К. Кулик, Ю. И. Васильев // Известия НВ АУК. 2019. № 3 (55). С. 198-207.
9. Пушкин А. А., Римкевич В. С. Влияние планет солнечной системы на тектонические процессы на Земле // Инновационная наука. 2017. Т. 1. № 3. С. 287-290.
10. Сажин А. Н., Кулик К. Н., Васильев Ю. И. Погода и климат Волгоградской области.

В.: ВНИАЛМИ, 2017. 333 с.

11. Урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи степной зоны южного Урала / Н. А. Максюттов, А. А. Зоров, В. Ю. Скороходов, Д. В. Митрофанов, Ю. В. Кафтан, Н. А. Зенкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 20-23.

12. Alexander L. V. Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond // Weather and Climate Extremes. 2016. Vol. 11. P. 4-16.

13. Interaction between convective cloud systems and the Earth's surface / S. Yu. Turko, M. V. Vlasenko, K. Yu. Trubakova, A. S. Khnyckin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 62002.

14. Okhlopov V. P. Cycles of solar activity and the configurations of planets // Moscow University Physics Bulletin. 2012. V. 67. № 4. P. 377-383.

15. Understanding, modeling and predicting weather and climate extremes: Challenges and opportunities / J. Sillmann, T. Thorarinsdottir, N. Keenlyside [et al.] // Weather and Climate Extremes. 2017. Vol. 18. P. 65-74.

Conclusions. It is impossible to predict the weather on Earth, which has a probabilistic nature, using a single deterministic equation. An approach is needed based on a certain cyclical nature of processes and analogies of their origin. Despite the influence of anthropogenic activity on weather conditions, the main reason lies in the asynchronous movement of the three celestial bodies. In one revolution of the Sun, the Earth will make 132 revolutions, and the Moon will make 1584 revolutions. The set of positions of the Moon, Earth and Sun forms the cycle that we have designated. This most likely leads to a variety of weather conditions and, accordingly, affects the phyto productivity of pastures. The identified cyclicity was used as the basis for an analog forecast, which allows you to make a significant step in forecasting weather for the future.

Reference

1. Bardin M. Yu., Bulygina O. N., Platova T. V. Jekstremal'nost' klimata // Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. M.: Rosgidromet, 2014. P. 171-202.

2. Gendler T. A. Vliyanie zasuhi na produktivnost' pastbish i jffektivnost' ih fitomelioracii v ravninnom Turkmenistane: avtoreferat dissertacii kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. Volgograd, 2004. 24 p.

3. Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: opustynivanie i degradaciya zemel', institucional'nye, infrastrukturnye, tehnologicheskie mery adaptacii (sel'skoe i lesnoe hozyajstvo): Nacion-al'nyj doklad / pod red. R. S. -- H. Jedel'gerieva. M.: OOO "Izdatel'stvo MBA", 2019. Vol. 2. 476 p.

4. Katcov V. M., Shkol'nik I. M., Efimov S. V. Perspektivnye ocenki izmenenij klimata v Rossijskih regionah: detalizaciya v fizicheskom i veroyatnostnom prostranstvah // Meteorologiya i gidrologiya. 2017. № 7. P. 68-80.

5. Klochkov A. V., Solomko O. B., Klochkova O. S. Vliyanie pogodnyh uslovij na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 2. P. 101-105.

6. Operativnoe i dolgosrochnoe prognozirovanie produktivnosti posevov na osnove massovyh raschetov imitacionnoj modeli agrojekosistemy v geoinformacionnoj srede (Obzor) / V. P. Yakushev, V. V. Yakushev, V. L. Badenko, D. A. Matveenkov, Yu. V. Chesnokov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2020. T. 55. № 3. P. 451-467.

7. Pashkevich V. V. Geodezicheskoe (relyativistskoe) vraschenie tel solnechnoj sistemy // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Matematika. Mehanika. Astronomiya. 2016. T. 3. № 3. P. 506-516.

8. Prichiny raspredeleniya, osobennosti i prognoz vypadeniya osadkov na territorii volgogradskoj oblasti / S. Yu. Turko, V. V. Borodychev, M. V. Vlasenko, A. K. Kulik, Yu. I. Vasil'ev // Izvestiya NV AUK. 2019. № 3 (55). P. 198-207.

9. Pushkin A. A., Rimkevich V. S. Vliyanie planet solnechnoj sistemy na tektonicheskie pro-

cessy na Zemle // Innovacionnaya nauka. 2017. T. 1. № 3. P. 287-290.

10. Sazhin A. N., Kulik K. N., Vasil'ev Yu. I. Pogoda i klimat Volgogradskoj oblasti. V.: VNIALMI, 2017. 333 p.

11. Urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur v usloviyah zasuhi stepnoj zony yuzhnogo Urala / N. A. Maksyutov, A. A. Zorov, V. Yu. Skorohodov, D. V. Mitrofanov, Yu. V. Kaftan, N. A. Zenkova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 5 (79). P. 20-23.

12. Alexander L. V. Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond // Weather and Climate Extremes. 2016. Vol. 11. P. 4-16.

13. Interaction between convective cloud systems and the Earth's surface / S. Yu. Turko, M. V. Vlasenko, K. Yu. Trubakova, A. S. Khnyckin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 62002.

14. Okhlopov V. P. Cycles of solar activity and the configurations of planets // Moscow University Physics Bulletin. 2012. V. 67. № 4. P. 377-383.

15. Understanding, modeling and predicting weather and climate extremes: Challenges and opportunities / J. Sillmann, T. Thorarindottir, N. Keenlyside [et al.] // Weather and Climate Extremes. 2017. Vol. 18. P. 65-74.

Authors Information

Turko Svetlana Yuryevna, researcher of the laboratory of forest reclamation and forestry problems of Federal Research Centre of agroecology, amelioration and protective afforestation of Russian Academy of Sciences (Russia, 400062, Volgograd, Universitetsky av., 97), candidate of agricultural sciences tel. 89610643117, e-mail: turkosvetlana73@mail.ru

Trubakova Karine Yuryevna, junior researcher of the laboratory of molecular selection of Federal Research Centre of agroecology, amelioration and protective afforestation of Russian Academy of Sciences (Russia, 400062, Volgograd, Universitetsky av., 97), tel. 89275375992, e-mail: trubakova.karine@mail.ru

Информация об авторах

Турко Светлана Юрьевна, научный сотрудник лаборатории лесной мелиорации и лесохозяйственных проблем ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400063, г. Волгоград, пр. Университетский, 97), кандидат с.-х. наук, тел. 89610643117. E-mail: turkosvetlana73@mail.ru **ORCID:** orcid.org/0000-0002-2546-4755 **Web of Science Researcher ID:** W-4139-2018

РИНЦ: SPIN-код: 1085-5263, AuthorID: 185088.

Трубакова Каринэ Юрьевна младший научный сотрудник лаборатории молекулярной селекции ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400063, г. Волгоград, пр. Университетский, 97), кандидат с.-х. наук, тел. 89275375992. E-mail: trubakova.karine@mail.ru. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0002-0528-3367 **Web of Science Researcher ID:** W-3961-2018 **РИНЦ:** SPIN-код: 4517-0563, AuthorID: 934885.