

1 курса данной специальности. Ведутся работы по заполнению платформы информационного обеспечения и доступу к системе.

Проведенные исследования показывают, что для динамически развивающегося лесного хозяйства Республики Беларусь, требуется подготовка кадров соответствующего профиля и современным требованиям к уровню их квалификации. Важное место в системе подготовки специалистов среднего звена будет отведено использованию современных информационных технологий. Филиал учреждения образования «БГТУ» «БГЛК» принимает активное участие в реализации инвестиционного проекта «Апробация механизмов реализации образовательной программы среднего специального образования в дистанционной форме получения образования по специальности 2-75 01 01 Лесное хозяйство».

### **Список использованных источников**

1. Регионы Республики Беларусь. Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – Режим доступа: [belstat.gov.by](http://belstat.gov.by) – Дата доступа: 14.10.2020.

2. Минлесхоз РБ: 2019 год: основные итоги – Режим доступа: [openforest.org.ua](http://openforest.org.ua) – Дата доступа: 23.10.2020.

3. Методические рекомендации «Организация дистанционного обучения в техникуме» – Режим доступа: [polich47.mskobr.ru](http://polich47.mskobr.ru) – Дата доступа: 14.10.2020.

## **СОВРЕМЕННЫЕ И БУДУЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОПРОДУКТИВНОСТЬ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ**

**Лысенко С.А.**

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»  
[lysenko.nature@gmail.com](mailto:lysenko.nature@gmail.com)

## **CURRENT AND FUTURE CLIMATE CHANGES AND THEIR IMPACT ON THE BIOPRODUCTIVITY OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS IN BELARUS**

**Lysenko Sergey A.**

The results of studies of agrometeorological characteristics changes in Belarus over recent decades and their impact on the bioproductivity of ter-

restrial ecosystems are presented. Based on Earth remote sensing data, estimates of interannual variability and long-term changes in the Leaf Area Index and Net Primary Production in Belarus were obtained. Forecasts of climate change in Belarus for the coming decades are presented, taking into account its natural quasi-cyclic fluctuations.

Быстрое изменение климата на протяжении последних десятилетий привело к существенным трансформациям агрометеорологических ресурсов и условий жизнедеятельности населения Республики Беларусь. В результате глобального потепления годовая сумма активных среднесуточных температур (превышающих  $10^{\circ}\text{C}$ ) с 1976 по 2019 г. возросла на  $590^{\circ}\text{C}$  и в настоящее время составляет  $2420^{\circ}\text{C}$  на севере и  $2980^{\circ}\text{C}$  на юге Беларуси, уменьшаясь на  $126^{\circ}\text{C}$  с каждым градусом северной широты. Продвижение границ агроклиматических областей происходит со скоростью примерно  $12\text{ км/год}$ . При сохранении этой тенденции в последующие 30 лет на всей территории Беларуси могут быть абсолютно новые агроклиматические условия с суммой активных температур не ниже  $2900^{\circ}\text{C}$ , характерные для лесостепной зоны Украины в период, предшествующий современному потеплению климата.

Быстрому продвижению агроклиматических областей с юга на север Беларуси способствует как рост температуры воздуха, так и увеличение продолжительности теплого периода года. Средняя продолжительность вегетационного периода, определяемого по датам устойчивого перехода среднесуточной температуры весной и осенью через  $+5^{\circ}\text{C}$ , в последние 20 лет составила 159 дней на севере и 179 дней на юге Беларуси, тогда как в базовый климатический период 1961–1990 гг. этот диапазон был 149–165 дней. Меридиональное распределение продолжительности вегетации за период современного потепления сместилось к северу Беларуси примерно на  $280\text{ км}$ , а средняя продолжительность вегетации увеличилась на 12 дней.

За счет роста температуры приземного слоя атмосферы годовая испаряемость на юге Беларуси в текущем столетии стала более чем на  $100\text{ мм}$  превышать годовую сумму осадков, тогда как еще за 20 лет до этого на всей территории Беларуси сохранялся положительный водный баланс [1], что является свидетельством быстрой аридизации климата.

Средняя продолжительность оттепелей зимой с 1960 по 2019 гг. возросла на 17 суток, достигнув величины около 33 суток, в результате чего существенно сократился период накопления снежного покрова и запасы почвенной влаги в начале вегетационного периода. След-

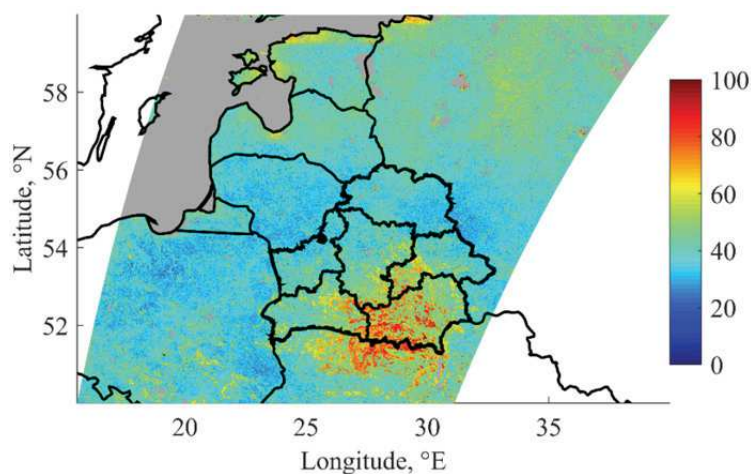
ствием этого стало раннее наступление весенних засух (в мае и даже в апреле) на территории Беларуси в последние годы.

Исходя из установленных нами закономерностей влияния крупномасштабных мод общей изменчивости атмосферы и океана в Атлантико-Европейском регионе на температурно-влажностные характеристики климата Беларуси [2], можно сделать вывод, что быстрый рост зимних температур, сравнительно медленное летнее потепление и устойчивое понижение водных ресурсов, наблюдаемые на территории Беларуси в последнее десятилетие, являются частью естественно-го цикла длительностью около 30 лет, который накладывается на долгосрочный тренд антропогенного глобального потепления. Их причиной является смена характера естественных изменений температуры поверхностных вод в регионе Северной Атлантики, сопровождающаяся перестройкой общей циркуляции атмосферы. С 2011 года началась нисходящая фаза атлантической мультидекадной осцилляции, а вместе с ней и активизация центров действия атмосферы в Северной Атлантике. В результате этих процессов ускорился рост зимних температур воздуха, летнее потепление замедлилось, а на юге Беларуси наметилось понижение количества зимних осадков, тогда как количество летних осадков начало возрастать. Исходя из анализа естественных колебаний температурно-влажностных характеристик климата в Атлантико-Европейском регионе в предыдущее столетие, можно предположить, что отмеченные особенности изменения климата будут сохраняться на протяжении всей нисходящей фазы атлантической мультидекадной осцилляции, т.е. продлятся еще не менее 20 лет.

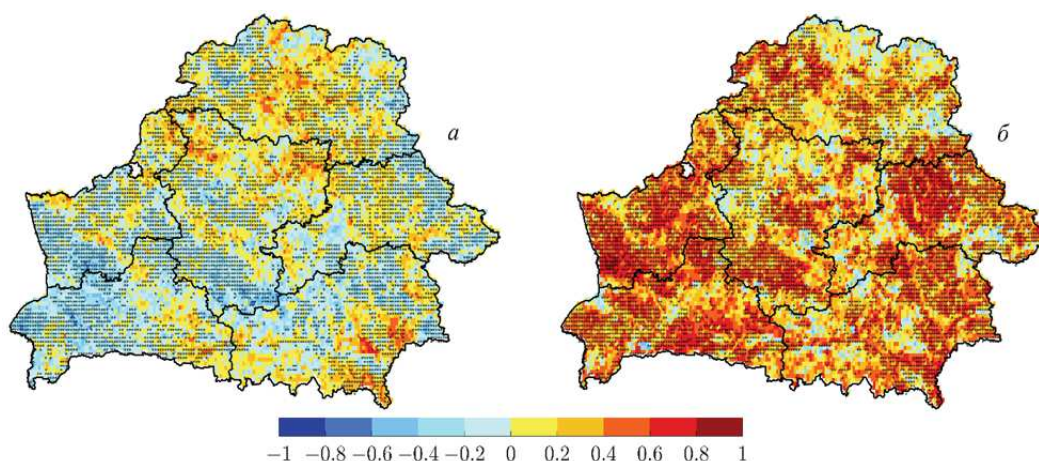
В южной части Беларуси, где происходит наибольший рост летней температуры воздуха при практически неизменяющемся количестве летних осадков, современные изменения климата отрицательно сказываются на продуктивности растительных сообществ. От аридизации климата на юге Беларуси страдает не только сельское, но и лесное хозяйство [1, 3]. Данные спутникового прибора MODIS за 2001–2019 гг. показывают, что на юго-востоке Беларуси, где преобладают легкие песчаные почвы, чистая первичная продуктивность (NPP) подвержена наибольшей межгодовой изменчивости (рис. 1).

Для количественных оценок влияния температурно-влажностных условий вегетационного периода на биопродуктивность наземных экосистем использовались данные спектрорадиометра MODIS по листовому индексу (LAI). О зависимости максимальных за вегетационный период значений LAI от средней температуры и количества осадков с мая по сентябрь можно судить по картам коэффициентов парной корреляции, представленным на рис. 2. Для исключения возможности

возникновения ложных корреляций из всех рассматриваемых величин вычитался линейный тренд и рассматривались только их межгодовые вариации относительно линии тренда.



**Рисунок 1 – Среднеквадратическое отклонение среднегодовой чистой первичной продуктивности (грамм углерода на 1 м<sup>2</sup> почвы)**



**Рисунок 2 – Карты коэффициентов корреляции LAI со средней температурой воздуха (а) и количеством осадков (б) с мая по август  
Точками обозначены посевные площади**

Зависимость LAI от средней температуры воздуха в вегетационный период проявляется слабо, а для посевных площадей Беларуси даже имеет отрицательный знак (рис. 1а). Это говорит о том, что в настоящее время средние тепловые ресурсы территории Беларуси не только не ограничивают развитие земледелия, но даже избыточны, а превышение температурой воздуха ее среднего значения не приводит к повышению биологической продуктивности агроценозов. В то же время связь LAI с количеством осадков является положительной

практически для всей территории Беларуси, а для посевных площадей межгодовые вариации количества осадков объясняют свыше 40 % общей дисперсии временного ряда LAI (за вычетом тренда).

Карты тренда LAI, полученного по данным MODIS за 2003–2019 гг., и его климатообусловленной составляющей приведены на рис. 3. Точками на них, также как и на предыдущих рисунках, обозначены посевные площади. Видно, что их листовой индекс во всех областях Беларуси за исключением Витебской области в последние десятилетия стремительно уменьшается со скоростью до 2 % за год, что свидетельствует об ухудшении агрометеорологических условий в регионе для традиционно выращиваемых в нем культур. В то же время листовой индекс лесных массивов и необрабатываемых земель Беларуси возрастает, что, вероятно, связано как с повышением уровня углекислого газа в атмосфере, так и с зарастанием земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота.

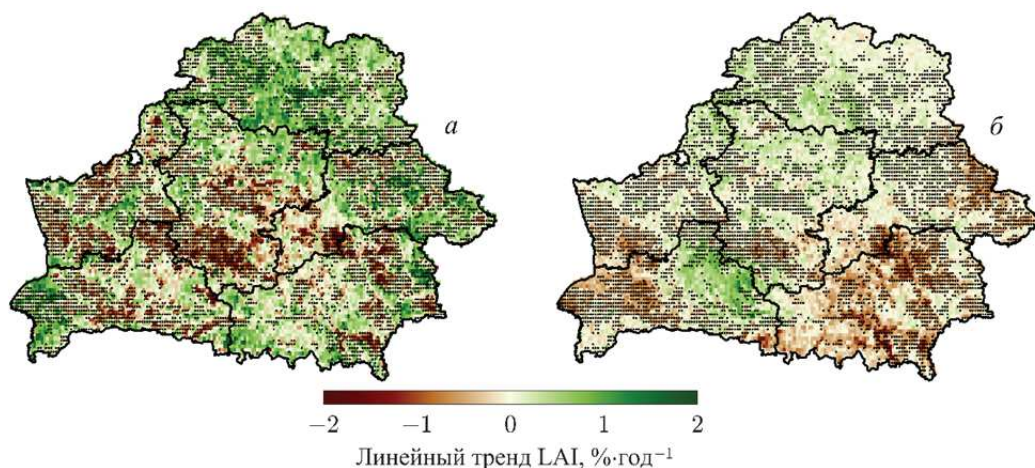


Рисунок 3 – Карта линейного тренда LAI (а) и его климатообусловленной составляющей (б)

### Список использованной литературы

1. Логинов В.Ф., Лысенко С.А., Мельник В.И. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования. – 2-е изд. – Минск: УП «Энциклопедикс», 2020. – 264 с.
2. Лысенко С.А., Логинов В.Ф., Буяков И.В. Влияние крупномасштабных мод общей изменчивости атмосферы и океана в Атлантико-Европейском регионе на климат Беларуси // Доклады НАН Беларуси. 2020. Т. 64, № 5. С. 609–616.
3. Лысенко С. А. Климатообусловленные изменения биопродуктивности наземных экосистем Беларуси // Исслед. Земли из космоса. 2019. № 6. С. 77–88.