

## ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НАСАЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР К ВРЕДНЫМ ОБЪЕКТАМ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ)

**Егоров Е.А.**, д-р экон. наук, профессор, академик РАН,  
**Подгорная М.Е.**, канд. биол. наук, **Шадрин Ж.А.**, д-р экон. наук, профессор РАН,  
**Прах С.В.**, канд. биол. наук, **Кочьян Г.А.**, канд. экон. наук, **Диденко Н.А.**,  
**Киек Д.А.**, **Ковалева А.И.**, **Марченко Л.О.**, **Толстенко Н.И.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»  
(Краснодар)*

**Реферат.** Приведены новые экспериментальные данные о формировании функциональной структуры и типах отклика на антропогенные воздействия в интенсивных насаждениях яблони в меняющихся погодных условиях среды. Разработаны элементы технологии повышения устойчивости насаждений плодовых культур к вредным объектам в условиях изменения климата (на примере яблонной плодожорки). Сформулирована система эколого-экономических показателей оценки эффективности регламентов эффективного и безопасного применения биологических и биорациональных средств борьбы с вредными видами в насаждениях яблони.

**Ключевые слова:** фитосанитарная устойчивость, яблонная плодожорка, модели, управление, яблоневые агроценозы, закономерности формирования, адаптивные технологии, инсектициды

**Summary.** New experimental data on the formation of the functional structure and types of response to anthropogenic impacts in intensive apple plantations in changing weather conditions of the environment are presented. The elements of technology for increasing the resistance of fruit crops to harmful objects in the conditions of climate change have been developed (using the example of the apple fruit moth). A system of ecological and economic indicators for evaluating the effectiveness of regulations for the effective and safe use of biological and biorational control for harmful species in apple plantations is formulated.

**Key words:** phytosanitary resistance, apple moth, models, management, apple agrocenoses, patterns of formation, adaptive technologies, insecticides

**Введение.** В последние годы резко возросло число климатических аномалий, что сказалось на обострении экологической обстановки в плодовых агроценозах. Стрессоры внешней среды в 3-4 раза снижают урожай, в связи с чем проблема формирования устойчивых плодовых агроценозов в условиях нестабильности погодных условий приобретает особую актуальность.

Яблоня – основная промышленная культура садоводства России, отличающаяся адаптивностью, рентабельностью, отзывчивостью на интенсивные технологии ведения садов, с возможностью возделывания по ресурсоэнергосберегающим технологиям, при этом представляющая собой искусственные экосистемы, подверженные значительным изменениям под воздействием биотических, абиотических и антропогенных факторов.

Управление конкретным агробиоценозом с целью обеспечения его стабильности и продуктивности является первоочередной задачей, так как использование отдельных мето-

дов не дает возможности достижения главной цели – долговременного сдерживания численности фитофагов на экономически допустимом уровне при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду [1-3]. Постоянное обновление ассортимента пестицидов, их высокая эффективность способствовали практически полному исключению из систем защиты агротехнических приемов и ограничению использования биометода, что привело к ряду отрицательных последствий в гигиеническом и экологическом аспектах [1, 3-6]. Все это вызвало необходимость изыскания новых концепций и стратегий адаптивного управления фитосанитарным состоянием плодовых насаждений [7].

Важнейшим резервом повышения продуктивности и устойчивости многолетних агроценозов является снижение потерь урожая от вредных организмов путем разработки и применения современных адаптивных технологий выращивания. Понятие адаптивности в растениеводстве многогранное. Стратегия адаптивных систем защиты растений основывается не на отказе от химически синтезированных средств, а на знании биологических особенностей возделываемых сортов, на методах, способствующих усилению стабилизирующего отбора в популяциях вредных видов и механизмов регуляции их численности [8, 9].

Повышение фитосанитарной устойчивости в агроценозах яблони должно происходить за счет уточнения видового разнообразия, внутривидовых структур и динамики вредных организмов, что позволяет повысить уровень саморегуляции в ценозах; определение уровней и соотношений различных методов защиты растений; применение высокоэффективных препаратов нового поколения на основе биосинтеза, в том числе микробного, что приведет к снижению негативного воздействия широкомасштабного применения пестицидных ксенобиотиков на окружающую среду.

*Новизна исследований* состоит в отсутствии методов адаптивного управления фитосанитарным состоянием яблоневых агроценозов на экосистемном уровне по критериям биологизации, экологизации и ресурсосбережения. Впервые будут разработаны технология возделывания плодовых культур и многовариантные модели адаптивного управления фитосанитарным состоянием по критериям биологизации, экологизации и ресурсосбережения, позволяющие повысить адаптивный потенциал растений плодовых культур к абиотическим, биотическим стрессорам при снижении пестицидной нагрузки на основе выявления закономерностей формирования фитосанитарно устойчивых агроценозов яблони на популяционном и экосистемном уровнях.

**Объекты и методы исследований.** Исследования выполняли на базе лабораторий экономики, защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов, длительных стационарных опытов в специализированных садоводческих хозяйствах в различных агроэкологических зонах региона с использованием общепринятых и оригинальных методик постановки и проведения опытов [12-17].

Объектами исследований являлись: насаждения яблони, яблонная плодожорка, инсектициды, эколого-экономические показатели, регламенты, технология.

Исследования проводятся в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края: Восточно-кубанская подзона – ИП Кунегин О.С. и Центральная подзона – ООО «Садовод» г. Тимашевск.

**Обсуждение результатов.** Климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, носят глобальный характер и оказывают воздействие на процессы, происходящие в биосфере, идет формирование жизненных форм, приспособленных к новым абиотическим условиям.

Анализ климатических изменений в Краснодарском крае и Северо-Кавказском регионе, более чем за сорокалетний период (1977-2021 гг.), свидетельствует об устойчивых тенденциях увеличения среднегодовой температуры воздуха на 16,2 % (или на 2,2 °С), повышении годового количества осадков – на 17,2 % (или на 100 мм), увеличении частоты аномальных проявлений в форме температурных и водных стрессов [18].

Анализ климатических изменений за длительный период свидетельствует о нарушении цикличности природно-климатических процессов, формирующейся тенденции усиления континентальности климата на юге России: росте годового количества осадков и общего увеличения среднегодовых температур воздуха; значительном изменении в сроках и амплитуде климатических проявлений, их несовпадений с временными интервалами прохождения растениями фенофаз, что приводит к разбалансировке биологических циклов в развитии растений, их ослаблению, усилению метеострессовых повреждений, что, в частности, связано с сохранением достаточно высокой интенсивности обменных процессов в осенне-зимний период, высоким уровнем оводненности вегетативных органов растений [18, 19].

Констатируемая в последнее десятилетие резкая континентальность климата привела к разбалансировке биологических циклов в развитии растений, их ослаблению, усилению метеострессовых повреждений. Активное использование в системах защиты растений и урожая химических средств, часто с нарушением регламентов их применения, усиление техногенного прессинга, связанного с интенсификацией производства, сформировало также немало проблем – нарушение биологического равновесия в экосистемах агроценозов; негативные изменения в иммунном статусе возделываемых растений; проявление свойства агроэкосистемы – самоограничения темпов непрерывного роста урожайности в плодоводстве (рис. 1).

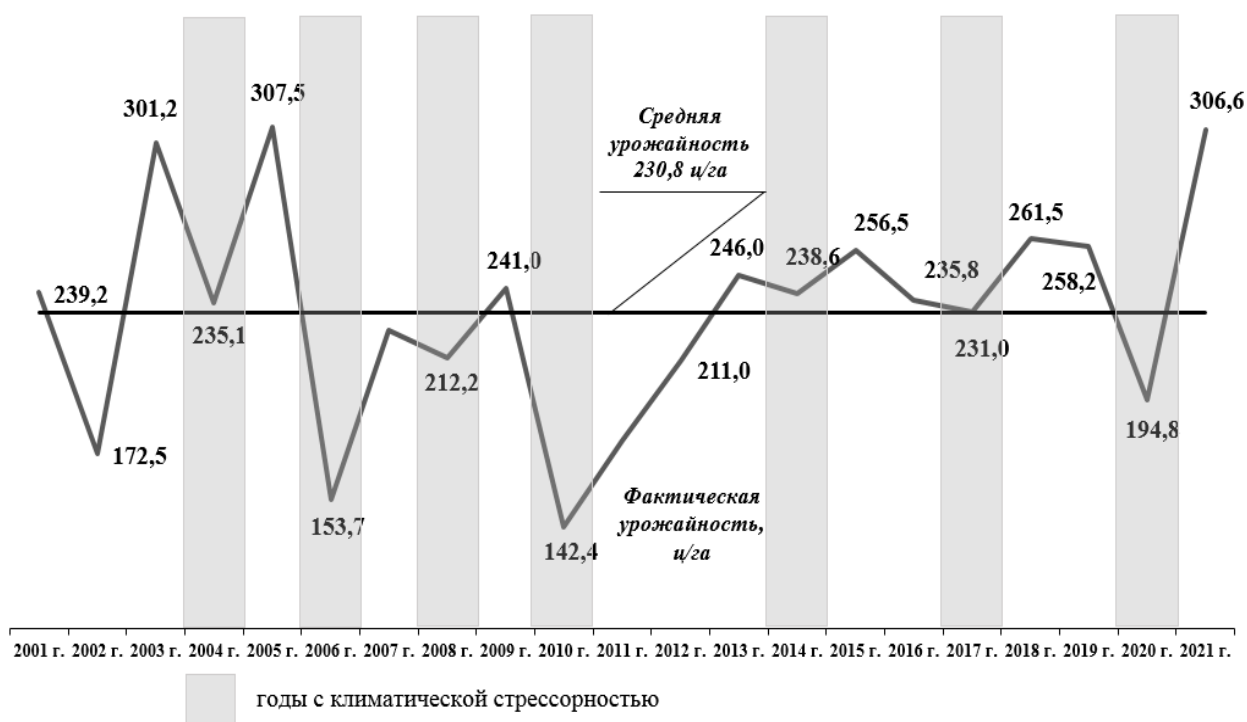


Рис. 1. Динамика средней урожайности яблони во взаимосвязи со стрессорными проявлениями

В промышленном производстве плодовой продукции доля затрат на защиту насаждений в структуре себестоимости продукции составляет более 25 %. Необходимо отметить, что доля импортных препаратов составляет в среднем 75-80 %, что в современных условиях введения санкционных мер обуславливает необходимость их импортозамещения и переход на экологизированные системы защиты насаждений и урожая с применением отечественных средств защиты.

Изменение климатических и экономических условий производства вызывает необходимость корректировки системы защиты сада от доминирующих фитофагов в сторону применения альтернативных методов защиты.

Краснодарский край располагает благоприятными климатическими условиями для возделывания плодовых культур и получения высоких и качественных урожаев, однако причиной снижения урожайности и стандартности плодов являются повреждения, наносимые чешуекрылыми вредителями. Основной доминирующий чешуекрылый вредитель плодовых насаждений, против которого ведется целенаправленная борьба – яблонная плодожорка (*Cydia pomonella* L.), этот вид является полифагом и повреждает яблоню, грушу, сливу, алычу. По данным разных авторов вредоносность данного вида в условиях Краснодарского края за последние годы существенно возрастает [10-12]. При отсутствии защиты повреждение плодовой продукции яблонной плодожоркой может достигать 30-85 %.

Эффективное управление численностью и совершенствование мероприятий по защите яблони от вредителя возможны на основании изучения жизненного цикла в конкретных условиях (фенология, сезонная динамика лета, вредоносность на разных сортах яблони) и оценки эффективности средств борьбы.

В результате изучения биоэкологических особенностей фитофага в вегетационный период 2022 года установлены адаптационные поведенческие критерии в развитии:

- отмечена высокая пластичность вредителя к изменившимся погодным условиям – разные сроки начала лета в разрезе среднемноголетних данных;
- отмечен высокий потенциал к восстановлению численности в течение одного вегетационного периода – от средней численности до высокой, увеличение общего количества особей в 5 раз за вегетацию;
- выявлены изменения в фенологии вредителя: отсутствие разрыва между генерациями, во второй половине вегетации наслоение лета первой и второй летней генерации и присутствие всех стадий вредителя;
- отмечено увеличение численности фитофага в насаждениях, произрастающих на одном месте 15-16 лет и более.

На сегодняшний день ведущая роль в борьбе с вредными видами отводится инсектицидам. В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2022 г.) представлено 85 препаратов на основе различных действующих веществ из 26 химических классов и 2 феромона, применяемые при контроле яблонной плодожорки в насаждениях яблони.

На основании проведенных исследований в 2022 году и результатов предыдущих периодов (2020-2021 гг.) разработана технология повышения устойчивости насаждений яблони к яблонной плодожорке в условиях изменения климата (рис. 2).

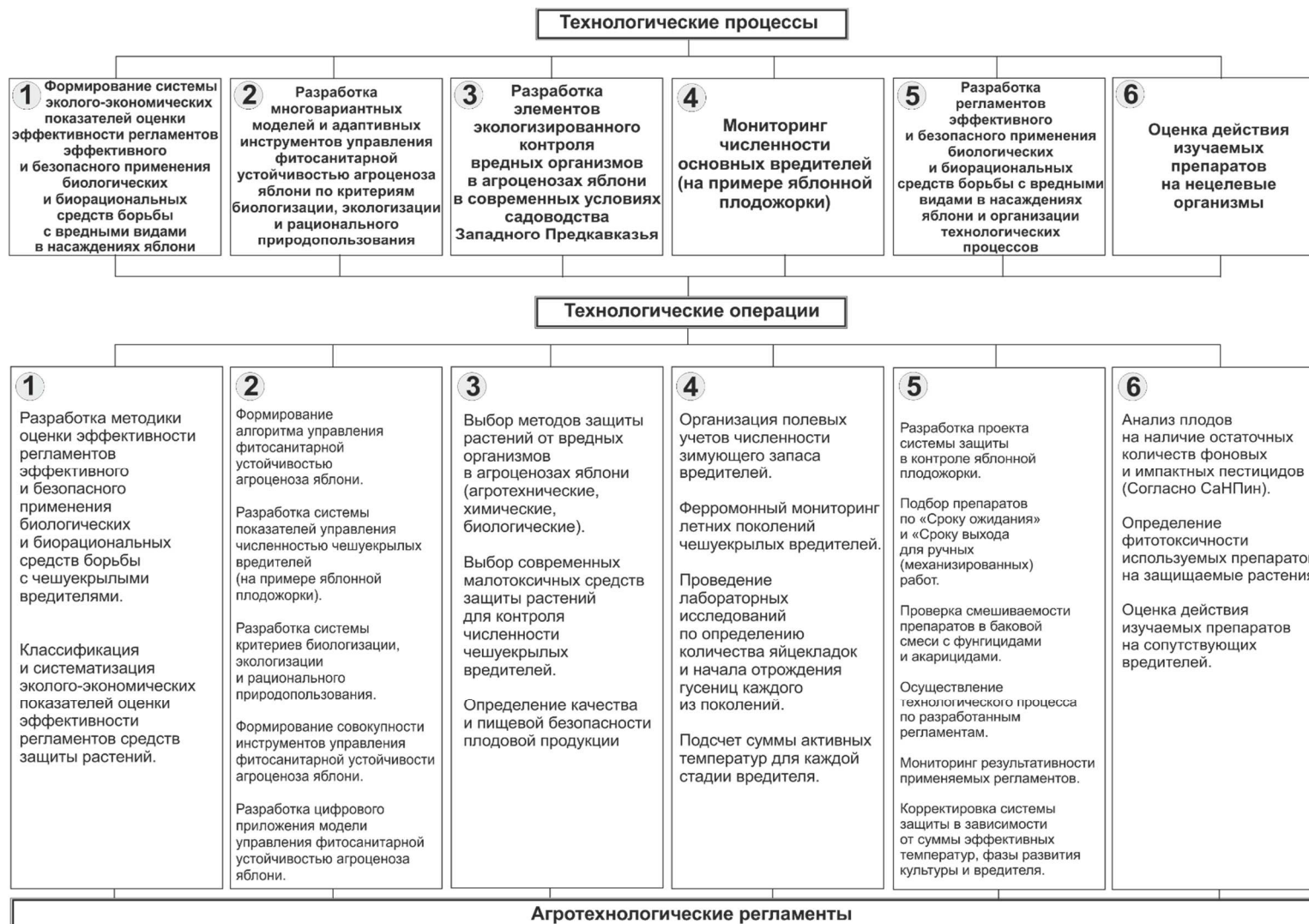


Рис. 2. Типовая технология управления биотехнологическими процессами защиты плодовых насаждений (на примере яблонной плодовой жоржки)

Технология повышения устойчивости насаждений плодовых культур к вредным объектам в агроэкологических условиях Краснодарского края позволит:

- повысить адаптивный потенциал растений плодовых культур к абиотическим, биотическим стрессорам при снижении пестицидной нагрузки на основе выявления закономерностей формирования фитосанитарно устойчивых агроценозов яблони на популяционном и экосистемном уровнях;
- снизить негативное воздействие широкомасштабного применения пестицидных ксенобиотиков на окружающую среду;
- повысить результативность производственных процессов;
- обеспечить необходимый уровень эколого-экономической эффективности производства и конкурентоспособности плодовой продукции.

Технология предусматривает использование в основном малотоксичных химических, биорациональных и микробиологических препаратов нового поколения, обеспечивающих высокий уровень ее конкурентоспособности.

По сравнению с существующими системами на основе препаратов химического происхождения технология имеет следующие преимущества и особенности:

- позволяет гибко менять составляющие в соответствии с фитосанитарной характеристикой садов;
- предусматривает активизацию местных полезных видов;
- основана на применении более широкого набора малоопасных пестицидов, использовании агротехнического и биологического методов.

**Выводы.** В результате изучения биоэкологических особенностей развития яблонной плодовой культуры в вегетационный период 2022 года установлены адаптационные поведенческие критерии в развитии: отмечена высокая пластичность вредителя к изменившимся погодным условиям – разные сроки начала лета в разрезе среднемноголетних данных; отмечен высокий потенциал к восстановлению численности в течение одного вегетационного периода от средней численности до высокой, увеличение общего количества особей в 5 раз за вегетацию; выявлены изменения в фенологии вредителя: отсутствие разрыва между генерациями, во второй половине вегетации наслоение лета первой и второй летней генерации и присутствие всех стадий вредителя; отмечено увеличение численности фитофага в насаждениях, произрастающих на одном месте 15-16 лет и более.

Разработана система эколого-экономических показателей оценки эффективности регламентов эффективного и безопасного применения биологических и биорациональных средств борьбы с вредными видами в насаждениях яблони, включающая следующие показатели: уровень реализации продукционного потенциала насаждений, сохранение биологически заложенного урожая текущей вегетации, издержки на приобретение средств защиты растений, показатели структурно-ресурсной обеспеченности и сбалансированности процессов производства продукции и воссоздания ресурсного потенциала, уровень доходности, достаточный для осуществления текущей производственной деятельности.

Разработаны элементы технологии повышения устойчивости насаждений плодовых культур к вредным объектам в условиях изменения климата (на примере яблонной плодовой культуры), позволяющие управлять вредителем на экономически неощутимом уровне (более 99,0 %). При разработке технологии учитывались следующие показатели: мониторинг численности яблонной плодовой культуры (ЯП); регламенты эффективного и безопасного применения малотоксичных химических и биорациональных средств борьбы с ЯП в насаждениях яблони.

## Литература

1. Балькина Е.Б., Трикоз Н.Н., Ягодина Л.П. Вредители плодовых культур. С.: Типография «Ариал», 2015. 268 с.
2. Хилевский В.А. Управление численностью яблонной плодовой с помощью феромонов // Международный научный журнал «Символ Науки». 2016. № 2. С. 19-21.
3. Подгорная М.Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСИВ, 2013. 135 с.
4. Lehmann P., Ammunét T., Barton M., [et al.] Complex responses of global insect pests to climate warming // *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2020. Vol. 18, № 3. P. 141-150. DOI: <https://doi.org/10.1002/fee.2160>
5. Roy D. B., Rothery P., Moss D., [et al.] Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change // *British Ecological Society*. 2008. Vol. 70, № 2. P. 201-217. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2001.00480.x>
6. Roy D.B., Sparks T.H. Phenology of British butterflies and climate change // *Global Change Biology*. 2000. Vol. 6. P. 407-416.
7. Интегрированные системы защиты плодовых и субтропических культур: методические рекомендации / В.И. Митрофанов, Е.Б. Балькина, Н.Н. Трикоз [и др.]. Ялта, 2004. 45 с.
8. Долженко Т. В., Долженко В. И. Инсектициды на основе энтомопатогенных вирусов // *Агрехимия*. 2017. № 4. С. 26-33.
9. Эффективность микробиологических инсектицидов в контроле доминирующих вредителей садов и виноградников / Е.Г. Юрченко, М.Е. Подгорная, С.В. Прах [и др.] // *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. Т. 15. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 91-100. DOI:10.30679/2587-9847-2018-15-91-100.
10. Смольякова В.М. Защита плодовых и ягодных насаждений от болезней // *Садоводство и виноградарство*. 2001. № 5. С. 15-18.
11. Кладь А.А., Праля И.И. Решаем проблемы садов // *Защита и карантин растений*. 2000. № 8. С. 6-8.
12. Ковалева А.И., Подгорная М.Е., Киек Д.А., Косьянова Т.Р. Оценка системы защиты яблони от *Cydia pomonella* L. в условиях Предгорной зоны садоводства Краснодарского края // *Научные Труды СКФНЦСВВ. Том. 35*. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2022. С. 89-94. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-35-89-94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49424606> (дата публикации: 22.08.22)
13. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2010. 299 с.
14. Методики опытного дела и методические рекомендации СКЗНИИСИВ. Краснодар, 2002. С. 143-176.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 352 с.
16. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб., 2009. 321 с.
17. Зейналов А.С. Атлас-справочник основных вредителей и болезней ягодных культур и мер борьбы с ними. М.: ООО «Агролига», 2016. 240 с.
18. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes biologization // *International Scientific Online-Conference «Bioengineering in the Organization of Processes Concerning Breeding and Reproduction of Perennial Crops»*. 2020. Vol. 25. 8 p. DOI:10.1051/bioconf/20202501001.
19. Изменения климата России в 21-м веке (модели СМIP5) [Электронный ресурс]. URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke> (дата обращения: 12.03.2023).