

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. П. Шкляров

**АГРАРНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ
В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ
НЕСТАБИЛЬНОСТИ**

Минск
БГАТУ
2023

УДК 338.43:551.58

Шкляр, А. П. Аграрный сектор экономики в условиях климатической нестабильности / А. П. Шкляр. – Минск : БГАТУ, 2023. – 216 с. : ил. – ISBN 978-985-25-0225-2.

В монографии приводятся результаты исследований проблемы глобального изменения климата и последствий его влияния на аграрное производство. Приведены положительные и отрицательные тренды глобального потепления на территории Республики Беларусь; механизм адаптации отечественного растениеводства к изменившимся климатическим условиям. Раскрыты приоритеты деятельности для достижения устойчивого аграрного производства с учетом возможностей, предоставленных глобальными климатическими изменениями.

Для научных работников, работников системы образования и сельского хозяйства.
Табл. 31. Ил. 27. Библиогр.: 179 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом
учреждения образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»
(протокол № 8 от 7 декабря 2022 г.)

Рецензенты:

доктор экономических наук, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, директор института повышения квалификации
и переподготовки кадров АПК *Н. С. Яковчик*;
доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник РНУП «Институт системных исследований
в АПК НАН Беларуси» *А. С. Сайганов*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТЕОРИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ, ИХ ПРИЧИНЫ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	
1.1. Климатические изменения. Причины и прогнозы.....	9
1.2. Противоположные взгляды на происхождение изменений климатического характера. Положительные и отрицательные черты их противостояния	22
2. ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА. СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	
2.1. Глобальное изменение климата. Плюсы и минусы.....	37
2.2. Климатические изменения и сельское хозяйство Республики Беларусь.....	43
3. АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СИЛЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА	
3.1. Краткая история развития агрометеорологической службы....	72
3.2. Материально-техническая база и производительные силы растениеводства.....	74
3.3. Использование производственных ресурсов и эффективность труда.....	79
3.4. Биоклиматический потенциал территории и прогнозы его изменения в условиях климатической неопределенности	85
4. УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПУТИ ЕЕ ДОСТИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И КЛИМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ	
4.1. Факторы устойчивости и методы ее достижения.....	90
4.2. Формирование экономически устойчивых агроценозов	104

5. АДАПТАЦИЯ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА К УСЛОВИЯМ, ВЫЗВАННЫМ ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ

5.1. Концепция адаптации.....	118
5.2. Приемы адаптации земледелия как основной фактор устойчивого развития аграрной экономики в условиях климатических изменений.....	120
5.3. Интродукция растений как один из элементов адаптации аграрного производства к климатическим изменениям	129

6. УПРАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫМИ РЕСУРСАМИ В АДАПТАЦИОННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

6.1. Растение как объект экономической деятельности. Управление растительными ресурсами.....	142
6.2. Водные ресурсы и управление ими – фактор устойчивого развития аграрного сектора	149
6.3. Управление земельными ресурсами – основа устойчивого развития агропромышленного комплекса.....	154

7. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

173

7.1. Инновационный путь развития – основа продовольственной безопасности.....	181
--	-----

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	191
------------------	-----

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	197
------------------------	-----

ВВЕДЕНИЕ

Согласно геохронологической истории Земли климат и окружающая среда изменялись постоянно. Голая холодная и безжизненная пустыня постепенно превратилась в место обитания живых организмов. При этом сухой климат менялся на умеренно влажный и наоборот. Происходило чередование теплого и влажного климата с сухим и холодным. В истории Земли отмечалось изменение свойства ее географической оболочки, обусловленное неодинаковым количеством тепла в разных широтах по причине неравномерности распределения атмосферного давления, осадков и господствующих ветров. Явно выраженная климатическая зональность претерпевала ослабление [1, 2].

К числу наиболее ярких особенностей смены климата на планете следует отнести чередование ледниковых и межледниковых периодов. Считается, что наша планета пережила как минимум 5 ледниковых периодов, последний из которых закончился 10 000–11 700 лет тому назад. Сейчас мы живем в относительно комфортный межледниковый период, называемый эпохой Голоцена [3]. Голоцен – эпоха плодородия и предсказуемости. И для растениеводства означает: то, что растет на определенной территории в этом году, тоже будет расти и в последующие годы.

Сегодня проблема изменения климата одна из наиболее обсуждаемых. Во-первых, климат действительно меняется, во-вторых, современный человек нуждается в сенсациях, а нынешний уровень развития информационных технологий позволяет не только получать различного рода информацию, но и принимать (не всегда на профессиональном уровне) участие в дискуссиях.

Изменение климата достаточно давно беспокоит научное и политическое сообщество. Некоторые полагают, что это теория климатического заговора. Отсутствие единодушия по данной проблематике вполне обосновано, поскольку имеет под собой вполне объективные причины – слабая изученность в части воздействия на растительный и животный мир и социум.

Современная наука доказывает, что Земля переживала многочисленные эпизоды охлаждения, чередующиеся с более теплыми промежутками времени.

Резкие климатические изменения способствовали развитию человеческой цивилизации. Именно последнее оледенение, отмечавшееся 110 000 лет назад, внесло существенные коррективы в этот процесс. После холода, длившегося ориентировочно 16 000 лет ему, на смену пришло значительное потепление.

Человек, признанный с точки зрения эволюции самым успешным видом животных, приспособившись к изменившимся условиям, стал использовать в пищу дикорастущие виды растений, а около 12 000 лет назад, когда стало еще теплее, начал преобразовывать растительный мир в своих целях, сделав упор на культивирование растений. Так стало зарождаться земледелие.

С ходом времени образовались сначала простые, затем более сложные и вполне организованные земледельческие общины. Они разрастались, совершенствовались и постепенно превратились в государства со сложной иерархической системой управления.

Приблизительно к 5000 г. до н. э. ранние государства с преимущественно аграрным укладом развились в первые в мире великие цивилизации (Египет, Месопотамия, Индия, Китай). Буквально через 800 лет климат резко изменился, и великие цивилизации испытали экономические, социальные и политические потрясения, причиной которых стал голод, наступивший из-за зависимости земледелия от климата. Потребовались колоссальные усилия, чтобы преодолеть эти трудности. Пересмотр и изменение системы земледелия явились ключевым моментом в решении возникшей проблемы.

По мере развития цивилизации и совершенствования системы земледелия его зависимость от изменений климата несколько снизилась, но по-прежнему сохранялась. Земледелие открыло новые возможности для существования и развития человеческого общества, но при этом существенно увеличились риски. Климатические катаклизмы в период становления и развития земледелия могли поставить под угрозу существование большей части населения планеты. Изменения климата были и первопричиной войн.

Историки утверждают, что именно климатические изменения в XII в. н. э. толкали монгольских кочевников нападать на оседлые общины, царства и империи. Климатические события, способствовавшие монгольским завоеваниям в эпоху Средневековья, получили название Средневековой климатической аномалии. С глобальными

изменениями климата с 700 по 900 гг. н. э. археологи связывают крах цивилизации майя в Центральной Америке.

Резкие изменения климата вызывают большую озабоченность общества, поскольку любые изменения такого рода в будущем могут быть настолько быстрыми и существенными, что значительно превысят способность сельскохозяйственных, экологических, промышленных и экономических систем оперативно и эффективно реагировать на них.

Некоторые исследователи не согласны с определением «глобальное изменение климата». Они обозначают современное изменение климата как очень резкое и быстрое, но никак не глобальное. И вину за эти изменения возлагают на производственную деятельность человека.

Согласно общепринятой точке зрения глобальное изменение климата в виде быстрого потепления вызвано повышенными выбросами углекислого газа в атмосферу. И сегодня человек обвиняется в этом своими же соплеменниками. Сторона обвинения характеризует изменение климата и человека, как смертельную угрозу для жизни на планете, поскольку люди шаг за шагом нарушают баланс экосистемы, продолжающийся миллионы лет.

Но не следует забывать, что при отсутствии парникового эффекта температура на Земле была бы около минус 18 °С, а сейчас ее средний показатель около плюс 15 °С, что делает планету обитаемой [4].

Несмотря на то что большинство склоняется к точке зрения, что основной виновник потепления углекислый газ, оппоненты этой теории отводят углекислому газу лишь второе место, считая, что его влияние находится в диапазоне 9 %–26 %. На первом месте, по их мнению, водяной пар – 36 %–72 %, на долю метана приходится 4 %–9 %, вклад озона оценивается в 3 %–7 %. Встречаются и другие точки зрения, согласно которым основным парниковым газом признается метан. Разнообразие точек зрения лишний раз подтверждает факт неопределенности относительно достоверности выдвигаемых гипотез [5].

Климатологи утверждают, что после завершения ледникового периода (около 12 000 лет тому назад) было теплее, чем сейчас. Тем не менее, с планетой и ее обитателями ничего катастрофического не случилось. Но не следует забывать, что 12 тысяч лет назад на планете проживало около 5 млн человек (по данным ученого

в области демографии Пола Эрлиха) [5]. Сегодня нас почти 8 млрд, нам уже некуда мигрировать, и мы оказываем существенное влияние на экологию планеты и с большой долей достоверности на ее климат. Поэтому проблема глобального изменения климата стала представлять значительную угрозу.

Ученые климатологи высказывают неутешительное мнение по поводу последствий изменений климата. Их выводы подводят к заключению, что Земля вошла в эпоху шестого массового вымирания, если лидеры мировых государств продолжают игнорировать экологические и климатические проблемы. Более того, они считают, что условия окружающей среды, формирующиеся под воздействием изменения климата, стали намного опаснее, чем принято считать [6].

Для современного социума изменение климата вышло за рамки геофизических проблем и приобрело явные признаки зависимости от климата экономики и политологии.

Наиболее уязвимым сектором экономики является сельское хозяйство и в особенности растениеводство. В конце прошлого столетия Кроссон Пьер в своем научном обзоре по поводу потепления особое внимание уделяет влиянию его на сельское хозяйство, аргументируя при этом экологические и экономические последствия для мирового сельскохозяйственного производства. Исследователь выделяет 3 основные причины для реагирования на подобного рода изменения:

- потенциальная угроза для человека;
- рост ответственности нынешнего поколения перед будущим;
- неконтролируемые выбросы парниковых газов [7].

Эванс Гэри Р., работавший в Министерстве сельского хозяйства США по вопросам глобального изменения климата, утверждал, что изменение климата самая большая угроза для продовольственной безопасности [8].

1. ТЕОРИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ, ИХ ПРИЧИНЫ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

1.1. Климатические изменения. Причины и прогнозы

Изменение климата происходило постоянно и с определенной цикличностью. Климат и его изменения – основа эволюции биологической жизни. Именно благодаря климатическим изменениям человек стал развиваться быстрее. Тысячелетиями человек не оказывал существенного влияния на состояние планеты, но внезапно (по одной из точек зрения) произошел переломный этап. Высокий уровень развития человека стал проблемой – антропогенный фактор стал рассматриваться в качестве одной из причин глобального изменения климата. Но это лишь одна точка зрения, противники ее не видят вины человека в климатических изменениях.

В 1863 г. Джон Тиндалл доказал, что водяной пар выступает в качестве парникового газа и удерживает тепло на планете. Позже к числу парниковых газов, способствующих потеплению, Сванте Аррениус отнес CO_2 , выделение которого существенно увеличилось после использования в качестве топлива торфа и угля (табл. 1).

Таблица 1

Последовательность действий и исторических эпизодов, определяющих представление об антропогенном характере глобального изменения климата

Годы	События и принятые решения
1800-е (шаг к современной экономике)	Промышленная революция. Широкое использование в качестве топлива природных ископаемых (торф, уголь)
1863	Британский ученый Джон Тиндалл доказал, что водяной пар в атмосфере держит тепло на планете
1896	Шведский химик Сванте Аррениус установил влияние углекислого газа на потепление на планете
1957	Проводится регулярный мониторинг содержания углекислого газа в атмосфере (Гавайи, Антарктида)

Годы	События и принятые решения
1970	Климатологи прогнозируют потепление на планете Земля на 3 °С–9 °С к концу XXI века, основываясь на выбросах углекислого газа в атмосферу
1979	VIII конгресс Всемирной метеорологической организации в Женеве. Были заложены основы Всемирной климатической программы
1992	Конференция по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро). Принята Рамочная конвенция об изменении климата (РКИК ООН). В качестве координатора создан Секретариат ООН по климату
1997	Киотский протокол. Кроме экологического имеет и экономическое значение, поскольку предусматривается механизм торговли квотами на выбросы парниковых газов. Ратифицирован 191 страной
2009	Согласно Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК) подписано Копенгагенское соглашение, не допускающее рост температуры более чем на 2 °С
2011	Дурбан (ЮАР). Подготовительная конференция для будущих переговоров по вопросам сдерживания потепления
2012	Доха (Катар). Конференция ООН по изменению климата. Достигнуто соглашение о продлении срока действия Киотского протокола, срок действия которого истек в конце 2012 г.
2013	Варшава (Польша). Конференция по изменению климата. Проведены переговоры о глобальном климатическом соглашении
2014	Лима (Перу). Усиление действий, направленных на удержание роста температуры (не более чем на 2 °С) на период до 2100 г.
2015	Париж. Конференция ООН по изменению климата. Принято Парижское соглашение по климату

Годы	События и принятые решения
2016	Марракеш (Марокко). Конференция ООН по изменению климата. Обсуждение и реализация планов по борьбе с изменением климата
2017	Бонн (Германия). Конференция ООН по изменению климата. Внимание сконцентрировано на технических моментах Парижского соглашения. Изложены мероприятия, которые необходимо воплотить в 2018 г., чтобы Парижское соглашение вступило в силу. Президент США Дональд Трамп заявил о прекращении участия в Парижском соглашении
2018	Катовице (Польша). Конференция ООН по изменению климата. Цель конференции – выполнение Парижского соглашения
2020	Сколково, Одинцовский район, Московская область. Российско-Европейская конференция по климату. Проведена оценка климатических рисков и уязвимости и приведены последствия (экономические, социальные и медицинские), вызванные изменением климата
2021	США вернулись к участию в Парижском соглашении по климату
2022, 07–18 ноября	Шарм-эш-Шейх. 27-я Конференция сторон (КС27) Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш заявил, что человечество движется «в климатический ад». Для предотвращения катастрофических последствий глобального потепления предложено развитым и развивающимся странам заключить «Пакт климатической солидарности»

Последователи антропогенных причин глобальное изменение климата связывают чаще всего с выбросами парниковых газов, в числе которых углекислый газ, метан [6, 7, 9, 10, 11].

Навин Кумар Арора предположил, что антропогенный фактор стал причиной повышения температуры, начиная с XIX столетия. При этом температура в приземном слое атмосферы повысилась на 0,9 °С, а к 2050 г. с учетом катастрофического уменьшения лесов этот показатель достигнет более 1,5 °С. [12].

По мнению некоторых исследователей, в результате своей жизнедеятельности нынешний человек выделяет в атмосферу углекислого газа на 60 % больше, чем вулканы.

За двадцатилетний период прошлого столетия с 1969 по 1989 гг. США лидировали по выбросу углекислого газа, второе место прочно удерживал СССР. Правопреемница СССР, Россия, с 1990 г. переместилась на третье место, а Китай, оставив третье, место переместился на второе. Через 15 лет (2005 г.) он стал «лидером» по выбросам углекислого газа в атмосферу [13, 14].

В 2010 г. Индия, опередив Японию, заняла третье место, а Россия переместилась на четвертое. Германия с третьего места (в 1969 г.) переместилась на шестое. К 2018 г. выбросы углекислого газа в атмосферу в Китае стали выше в 1,8 раза, чем в США, чем в Индии – в 3,8 раза, чем в России – в 6,1 раза [13, 14].

В этой связи многие международные решения по сокращению выбросов парниковых газов связывают исключительно с выбросами CO₂. Не исключается, что такой подход мотивирован многолетними наблюдениями за этим газом и уже имеющимися в распоряжении научными данными. Кроме того, это самый популярный из газов, сопутствующий жизнедеятельности человека и растительных объектов. По этой причине углекислый газ в зоне повышенного внимания.

Установить долю достоверности утверждения о том, что глобальное потепление зависит от выбросов углекислого газа, задача не из простых, поскольку не до конца изучена роль дисперсных систем (аэрозолей) и облаков, способных к расслоению под воздействием черных аэрозолей. Факт уникальности облаков вытекает из слабой их изученности и исключительной способности влиять на климат. Кроме того, достаточно популярно и высказывание о том, что вначале идет потепление на планете, а как следствие – увеличивается содержание углекислого газа в приземном слое атмосферы.

Противники существенной роли антропогенного фактора в изменении климата приводят достаточно веские доводы своей

правоты, ссылаясь на последствия извержения вулкана Тамбора (Индонезия) в 1815 г. И хотя последствия носили региональный характер, Европу постиг голод [15]. Извержение вулканов, по их мнению, способно уничтожить не только мировое сельское хозяйство, но и всю экономику и даже – жизнь на планете.

Кроме того, исследования по почвоведению показали, что в результате деятельности почвенных микроорганизмов углекислого газа выделяется в 20 раз больше, чем в результате сжигания углеводородного топлива [16].

Установлена связь между увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере и ростом интенсивности фотосинтеза [17]. В атмосфере, благодаря постоянной циркуляции воздуха, поддерживается относительно постоянный уровень углекислого газа (около 0,03 %). В приземном слое атмосферы, благодаря жизнедеятельности растений, животных и человека, он может быть несколько выше, но незначительно. Такое количество углекислого газа сегодня принято считать обычным, но для процесса фотосинтеза, в результате которого из неорганических веществ производятся органические, этого содержания недостаточно.

В практике сельского хозяйства существует термин воздушное удобрение растений углекислым газом, этот же термин применим, когда в водную среду подается углекислый газ.

Подкормка углекислым газом достаточно широко используется в овощеводстве защищенного грунта и, по мнению российских ученых, повышение его концентрации до 0,1 %–0,3 % способно увеличить урожайность овощей более чем в 2 раза [18, 19]. Подобная практика в овощеводстве защищенного грунта применялась давно. В прошлом столетии в огуречных теплицах устанавливали в качестве источника углекислого газа бочки с бродящим навозом.

С повышением концентрации углекислого газа изменяются темпы роста растений, они формируют большую вегетативную массу, что может привести к повышению их продуктивности [20]. В таком случае повышение углекислого газа в атмосфере не такая уж и проблема и этот газ не может рассматриваться в качестве основного в создании парникового эффекта и разогревании нашей планеты.

Тем не менее, угроза для экосистем и агроценозов по причине повышения выбросов углекислого газа сохраняется. И причина

этому неопределенность, возникающая из-за нарушения режима питания, водопотребления, дыхания растений и почвенных микроорганизмов [21].

Установлено, что все вулканы мира выделяют около 300 млн т углекислого газа. Это ничтожно мало, чтобы вызвать изменение климата и во много раз меньше, чем выделения в результате деятельности человека.

Климатические изменения на Земле – это вечная борьба между углеродом в земле и углеродом в атмосфере. Современный уровень научно-технического прогресса позволяет возвратиться в далекое прошлое нашей планеты, которое сохраняет в себе доказательства различного рода природных изменений, лежащих в основе и экономических преобразований социума. Ссылаясь на некоторые из них, ученые утверждают, что 56 млн лет тому назад содержание углекислого газа в атмосфере было в 4 раза больше, чем сейчас. В качестве доказательства приводится подсчет количества устьиц у реликтового гинкго билоба. С повышением углекислого газа в атмосфере количество устьиц уменьшалось.

Изотопный состав углерода рассматривается в качестве основного доказательства антропогенного характера. В атмосфере преобладает изотоп ^{12}C , именно он принимает участие в круговороте. В растениях присутствуют изотопы ^{13}C и ^{14}C [22].

Ряд ученых определили физическую продолжительность нашей планеты и считают, что через 1 млрд лет Земля превратится в пустыню из-за повышения температуры на 20 °С, через 2 млрд лет из-за активности солнца исчезнет вода, а через 3 млрд лет биологическая жизнь на Земле прекратится. Она покинет зону обитания, в которой возможна жизнь, а Марс переместится в эту зону.

Большую угрозу представляет сельскохозяйственное животноводство как основной источник более опасного парникового газа метана.

В 2019 г. в результате сельскохозяйственной деятельности выбросы парниковых газов в мире составили 10,7 млрд т CO_2 -экв. (условная единица, которую используют для оценки объемов выбросов парниковых газов, в том числе для расчета углеродного следа), что занимает около 20 % в структуре глобальных объемов выбросов. Если наряду с прямыми учесть косвенные выбросы парниковых газов, связанные с производством средств производства

и предметов труда для нужд сельского хозяйства, транспортировки их к месту производственного цикла и доставки полученной продукции к месту хранения и переработки, то доля мирового сельского хозяйства в глобальных выбросах парниковых газов достигнет почти 30 %. [23].

Наибольший объем выбросов парниковых газов от сельского хозяйства приходится на Бразилию, Индонезию, Китай, Индию, Республику Конго и США (42 % от общемировых) [23].

Таким образом, сокращению выбросов парниковых газов и смягчению негативного влияния на климат сельского хозяйства будут способствовать восстановительное сельское хозяйство, предусматривающее сокращение применения минеральных удобрений, пестицидов и ископаемых источников энергии.

С другой стороны, поскольку климатические изменения приведут к появлению инвазивных видов болезней и вредителей, это создает угрозу продовольственной безопасности: удобрения дают прибавку урожая 30 % и более, в то время как вредители и болезни уносят до 30 % урожая, а инвазивные виды могут полностью его уничтожить. Сохранение урожая возможно только при использовании химических средств.

Доводы сторонников антропогенного влияния на изменение климата довольно убедительны, тем более что за ними стоят международные организации, финансируемые государствами-членами этих организаций, но и они подвергаются критике, в том числе и со стороны климатологов.

Ссылаясь на наблюдения и научные факты, некоторые климатологи утверждают, что всему виной сейсмическая активность, в результате которой происходит нагревание мирового океана. Это нагревание происходит на его дне, в результате чего выделяется углекислый газ, количество которого не сравнимо с выбросами в результате производственно-экономической деятельности человека.

Таким образом, если рост концентрации углекислого газа в атмосфере происходит в результате процессов, протекающих в недрах земли, то климатическая повестка по поводу сокращения выбросов углекислого газа лишена смысла [24].

С 1995 г. меняются параметры океана и атмосферы. Отмечен рост влажности атмосферы из-за подогрева океана снизу. Растет

сейсмическая активность по границам тонких океанических плит. Происходит активный подъем магмы. Это приводит к усиленному таянию ледников в Западной Антарктиде и Гренландии и нагреву моря Уэдделла, расположенного на окраине атлантического океана. Отмечается и рост тепловых аномалий в мировом океане [24].

В результате подъема магмы наблюдается рост землетрясений, происходящих на глубине от 8 до 80 км, где земная кора хрупкая и растрескивается. Сегодня фиксируются землетрясения на глубине около 700 км, где они происходить не должны. За последние 7 лет количество глубоководных землетрясений выросло в 10 раз [24].

Отмечается резкое смещение северного магнитного полюса. Магнитное поле земли слабеет в 10 раз быстрее, чем это было до 1995 г. Снижается плотность верхних слоев атмосферы, и они охлаждаются. С 1995 г. ось вращения планеты резко меняется, и она начинает двигаться в 17 раз быстрее. Вращение нашей планеты меняет свою траекторию, ускоряется скачкообразно, и планета раскручивается. Сутки сокращаются [24].

Настоящая ядерная угроза – это ядро нашей планеты. Долгое время его вращение оставалось неизменным. Но произошел сбой в работе ядра и это предвещает катастрофу. За последние 200 лет магнитное поле Земли ослабло на 9 %. Между Африкой и Южной Америкой образовалась область слабого магнитного поля, известная как южно-атлантическая аномалия. За последние 5 лет на юго-западе Африки появилась еще одна подобная область [24].

В 1998 г. было зафиксировано резкое скачкообразное смещение ядра. Оно резко устремилось на север по направлению к полуострову Таймыр. В это же время наблюдалось изменение формы Земли. Система спутниковой лазерной дальнометрии США заметила, планета стала аномально расширяться в области экватора, хотя до этого тенденция была противоположной [24].

Из-за повышения центробежной силы магматические очаги начали всплывать ближе к поверхности, что увеличило геотермальный тепловой поток. В результате участвовавших землетрясений начали образовываться новые разломы и трещины, по которым вода с поверхности стала устремляться вглубь Земли. В 1998 г. имело место резкое увеличение скорости движения северного магнитного полюса. Скачок центра масс Земли является основным фактором

нарушения равновесия системы. И это событие привело к диссонансу всех оболочек Земли, став причиной увеличения числа природных катаклизмов [24].

В этот же период произошли прерывистые изменения на Солнце, Луне, Марсе и других небесных телах солнечной системы из-за смещения их ядер. Подобный факт привел ученых к мысли, что солнечная система подверглась воздействию внешних факторов. Последние 50 лет наша планета продолжает ускоряться, и эта тенденция усилилась с 2016 г. В 2020 г. день 19 июля был зафиксирован как самый короткий за весь период инструментальных наблюдений [24].

Несмотря на сравнительно небольшие величины, ускорение такого рода может привести к колоссальным последствиям уже в ближайшие годы. Из-за дестабилизации ядра в Сибири фиксируются аномальные явления: таяние вечной мерзлоты снизу, пожары под снегом и закипание воды в колодцах. Сибирь нагревается в 3-4 раза быстрее всего остального мира. Подъем магмы происходит не только в Сибири, а по всему миру. Наша планета похожа на замирированное поле. [24].

На Земле 12 000 лет назад уже происходили подобные явления. Температура выросла на 15 °С буквально за несколько лет, остановился Гольфстрим. Ученые Канзасского университета доказали, что 12 800 лет тому назад произошел масштабный пожар, 10 000–13 000 лет назад (по данным космических спутников) в пустыне Сахары сформировались огромные дюны, что говорит об очень большой силе ветра. Сейчас происходит то же самое, что и 10 000–13 000 лет назад [24].

Смещение полюсов происходит каждые 12 000–13 000 лет, в этот период фиксируется и ослабление магнитного поля в 8–10 раз. Каждые 12 000 лет климат резко меняется и средняя температура повышается на 10 °С–15 °С. Всякий раз во время цикла увеличивается содержание углекислого газа в атмосфере за счет нагревания океана. Антропологический фактор влияет на изменение климата только на 1 %. Человечество находится в 12 000 летнем цикле климатических катастроф, на которые накладывается еще и 24 000-летний цикл. Высказывается предположение, что нас ждет худший из сценариев [24].

Подобная цикличность имеет галактическую природу и связана с циклом вращения галактики. Мы входим в более опасный 24 000-летний цикл, пережить который будет весьма сложно.

Сторонники антропогенной причины потепления на планете непреклонны в своей точке зрения и всеми силами пытаются представить свою концепцию в качестве единственно правильной. И надо отметить, что это им удается. Правительства многих стран придерживаются их точки зрения, поддерживая международные организации, определяя целью своей деятельности сокращение выбросов парниковых газов.

Одним из таких формирований Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) предложены климатические сценарии повышения температурного фона на планете (табл. 2).

Таблица 2

Ожидаемые изменения среднегодовой температуры воздуха при различных сценариях выделения парниковых газов

Сценарии выделения углекислого газа	Повышение глобальной температуры			Повышение температуры в Средней Азии		
	Год					
	2030	2050	2080	2030	2050	2080
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
A1FI. Количество выбросов увеличивается за счет значительного использования природных ископаемых	0,75	1,7	3,4	1,5	3,2	5,9
A1B (сбалансированный вариант). Равновесие между природными ископаемыми и альтернативными источниками энергии	0,8	1,5	2,4	1,6	2,7	4,5
A2. Увеличение выбросов в связи с интенсификацией земледелия	0,72	1,25	2,4	1,4	2,3	4,3

1	2	3	4	5	6	7
В2. Выбросы увеличиваются, но медленными темпами	0,8	1,3	2,0	1,7	2,5	3,8
В1. Самые быстрые темпы сокращения выбросов	0,9	1,4	1,8	1,8	2,6	3,6

Примечание. А1F1, А1В, А2, В2, В1 – обозначения наиболее вероятных сценариев выбросов парниковых газов, используемые при анализе возможного изменения климата, его последствий и выработке вариантов их минимизации. Разработаны (1990–1992 гг.) Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Предлагаемые сценарии учли особенности экономического роста стран и регионов, количество населения, уровень технического развития, энергообеспеченность, масштабы сотрудничества и особенностей отдельных стран и регионов. Согласно их прогнозам температурный фон в Средней Азии будет повышаться быстрее, по сравнению со среднепланетарными данными (см. табл. 2).

Какой из этих сценариев лучше, по какому пойдет процесс выделения углекислого газа – никто из экспертов убедительного ответа не дает. На основании этого скептики утверждают, что ученые могут определить смещение геологических эпох и изменение климата по отложениям, и это – наука. А предсказание будущего, в том числе и климатических сценариев, – не объект деятельности исследователей. Тем не менее, И. Б. Усков и А. О. Усков считают, что в подобной ситуации прогноз является основой для формирования научно-информационной базы для разработки рекомендаций и комплекса мероприятий по адаптации аграрного производства к изменениям климата [25].

Тенденция изменения климата в сторону потепления будет сохраняться и далее. Причем потепление в северных широтах будет идти значительно быстрее. Подобная ситуация становится глобальной проблемой. Президент России В. В. Путин в своем докладе на заседании «Группы Двадцати» по климату отметил, что в России среднегодовая температура растет быстрее общемировой более чем в 2,5 раза [26]. Климатический сценарий потепления в Беларуси будет соответствовать репрезентативному пути концентрации в атмосфере парниковых газов, которые достигнут своего максимума к 2040 г., что соответствует возможному сценарию RCP 4,5 (табл. 3).

В республике прогнозируется дальнейшее смещение агроклиматических зон.

Аграрное производство – климатозависимый вид экономической деятельности, и эффективность его находится в прямой корреляционной зависимости от биоклиматического потенциала территории. Биоклиматический потенциал – это комплексный показатель качества и пригодности территории для сельскохозяйственных культур. В него входят: среднегодовая температура, приход фотосинтетически активной радиации, плодородие почв, влагообеспеченность, фотопериод, высота над уровнем моря.

Территория стран крайне неоднородна по этому показателю. Республика Беларусь несколько в лучших условиях, по сравнению с Россией (по усредненным данным), но в худших, чем Польша и Украина. Для оценки устойчивости растениеводства достаточно часто используют региональный индекс урожайности сельскохозяйственных культур.

Климатические изменения относятся к долгосрочным изменениям температур и погодных условий и затрагивают многие стороны жизни, связанные с ее качеством. Поэтому сегодня этой проблеме стали уделять особое внимание.

Таблица 3

Репрезентативные пути концентрации (RCP), принятые МГЭИК

Возможные сценарии в зависимости от концентрации в атмосфере парниковых газов	Прогнозы и мероприятия по предотвращению выбросов парниковых газов
RCP 1,9	Предусматривает ограничение повышения температуры воздуха не более чем на 1,5 °С. Наиболее желательная цель Парижского соглашения по климату
RCP 2,6	Относится к очень строгому пути. Требуется, чтобы выбросы углекислого газа были снижены уже в 2020 г. и достигли нуля к 2100 г. Выбросы метана не должны превышать 50 % от их уровня 2020 г.
RCP 3,4	Высказывается предположение, что по этому сценарию к 2100 г. температура воздуха повысится на 2,0 °С–2,4 °С

Возможные сценарии в зависимости от концентрации в атмосфере парниковых газов	Прогнозы и мероприятия по предотвращению выбросов парниковых газов
RCP 4,5	Выбросы парниковых газов достигнут пика к 2040 г., а затем начнут снижаться. Согласно концепции МГЭИК снижение должно быть ощутимым к 2045 г. по углекислому газу и к 2050 г. по метану (на 75 % к уровню 2040 г.). К 2100 г. температура повысится на 2,0 °С–3,0 °С, а уровень мирового океана – на 35 %. Многие виды растений и животных не смогут адаптироваться к последствиям. С учетом запасов и истощаемости невозобновляемых источников топлива этот сценарий признан наиболее возможным и считается базовым
RCP 6	Выбросы парниковых газов достигнут пика к 2080 г., после чего начнут снижаться
RCP 8,5	Выбросы парниковых газов будут продолжать расти на протяжении всего XXI в.

Человек подсознательно считает себя виновником экологических изменений. Подталкивает его к такому восприятию и рост населения планеты. Возникают вопросы о том, как накормить растущее население планеты, что сельское хозяйство должно сделать, чтобы смягчить это воздействие, и как устойчивое производство должно способствовать уменьшению этого воздействия. Для серии успешных экономических решений, для достижения устойчивого производства продуктов питания и смягчения последствий климатических изменений в аграрном секторе экономики не хватает всестороннего и глубокого понимания взаимосвязей между изменением климата и сельским хозяйством.

Дальнейшая эффективность одного из направлений экономической деятельности – растениеводства – зависит от всестороннего понимания того, что происходит. Каковы риски и перспективы от подобного рода изменений.

1.2. Противоположные взгляды на происхождение изменений климатического характера. Положительные и отрицательные черты их противостояния

Изменение климата представляет собой проблему современности, выходящую за пределы государственных границ и отдельных континентов. Она требует принятия скоординированных решений на всех уровнях и осуществления международного сотрудничества, основная и конечная цель которого – низкоуглеродная экономика. Для объединения усилий по борьбе с изменениями климата и его отрицательными последствиями 197 стран 12 декабря 2015 г. приняли в Париже Парижское соглашение по климату.

Соглашение предусматривает принятие всеми странами-участниками на себя обязательств по сокращению своих выбросов и действий в совместной работе по адаптации к последствиям изменения климата. По мнению основных инициаторов этого соглашения, оно имеет огромное значение для достижения целей устойчивого развития и признано климатической концепцией современности. Эта концепция стала основой новой мировой климатической политики [27].

Противники данной концепции усматривают в ее продвижении в массы талант маркетологов. В пользу данного таланта выступают международные платформы по климату, благодаря достаточной доступности информации и широкой пиар-кампании на всех доступных каналах.

На стороне этой точки зрения научная статистика, распространенная лишь в узком кругу людей, умеющих пользоваться данной информацией. Специфика изложения научной информации, требующая наличие доказательной базы во многом опровергает информацию маркетологов, характеризующуюся чаще всего наглядностью, простотой изложения, не требующей доказательства.

Как только маркетологи стали раскручивать новую глобальную проблему климатического характера, обвиняя в ней развитие человеческого общества и его производственную деятельность, появились авторитетные противники, за которыми закрепилось определение «климатические скептики», а проповедуемая ими концепция несогласия «климатический скептицизм».

В 1979 г. на VIII конгрессе Всемирной метеорологической организации в Женеве были заложены основы Всемирной климатической программы. После чего начались широкомасштабные научные

исследования, призванные выявить и обосновать причины, повлекшие за собой изменения климата. Так, в качестве одной из основных причин потепления на планете был принят антропогенный фактор, основанный на производственно-экономической деятельности человека, сопровождающийся резким увеличением выбросов в атмосферу углекислого газа, что привело, как полагают, к парниковому эффекту, вызвавшему глобальное потепление.

Назвав увеличение выбросов углекислого газа первопричиной потепления на планете, международные организации предложили, по их мнению, самый действенный способ борьбы с изменениями климата – сокращение его выбросов. Так, антропогенная точка зрения приобрела первостепенное значение и принята за основу в мировой, региональной и субнациональной экономике.

Однако оппоненты не просто отрицают данный факт, они достаточно аргументированно критикуют такую точку зрения, считая ее ошибочной. Свои доводы они подкрепляют профессиональным мнением климатологов, утверждающих, что сторонники антропогенной точки зрения имеют поверхностные представления об особенностях атмосферы [28].

Кроме того, исследования биологов и физиологов растений ставят под сомнение значительную роль парниковых газов, в частности CO_2 , в глобальном потеплении. Изменение климата заставляет мировое сообщество изучать ранее не интересующие нас проблемы. И это нормально, поскольку такой подход – единственный путь постижения истины и движения вперед [29].

Являясь основной структурой в борьбе с глобальным изменением климата, Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), созданная и финансируемая ООН, представляет собой синкретизм между представителями организаций, претендующих на статус научных, и межправительственными политическими структурами. Это служит основанием для критики, поскольку ее члены одновременно выступают и экспертами, и официальными представителями своих стран, что ставит под сомнение объективность принимаемых решений.

Представляя проблему, ее участники в своем достаточно узком кругу предлагают решения и составляют отчеты, которые, за редким исключением, построены на результатах исследований профильных ученых. На протяжении трех десятков лет достаточно подробно обсуждается только несколько проблем из множества –

выбросы углекислого газа, безуглеродная экономика и борьба с голодом. В числе экспертов ученые, проводящие изыскания на опытных делянках и в лабораториях, а чиновники от науки, порой не представляющие, как повышение температуры на 1 °С повлияет на мировое сельское хозяйство и повлияет ли вообще, но при этом строятся масштабные планы по его адаптации для отдельных регионов и стран.

Серьезному осуждению подвергаются программные и отчетные документы этой организации. Часто в них нет ничего нового, а глубокомысленные и витиеватые формулировки представляют собой набор синонимов от ранее использованных терминов.

В литературных источниках встречаются более откровенные и достаточно резкие отзывы о структуре и профессиональной деятельности МГЭИК [30].

Серьезным оппонентом МГЭИК выступает неправительственная международная группа экспертов по изменению климата (НГИК), обосновавшаяся в США.

Организационные просчеты и сокрытие объективной информации МГЭИК привели к срыву Конференции ООН по изменению климата в Копенгагене, открывшейся 7 декабря 2009 г. Часть аналитиков назвали эту конференцию провальной, посеявшей разногласия и усилившей позиции климатических скептиков [31].

Основным противоречием было несогласие развивающихся стран взять на себя обязательства наравне с развитыми экономическими державами сократить выбросы парниковых газов. По мнению лидеров этих стран, подобного рода обязательства ослабят или вовсе подорвут их экономику.

Именно в этот период более 100 ученых из различных стран потребовали от ООН научных доказательств того, что современные климатические изменения вызваны деятельностью человека. Требование ученых обусловлено и тем, что Межправительственная группа по изменению климата, излагая свою точку зрения, произвольно наводит на мысль, что наука о климате основана на социальном конструировании и подвержена влиянию комплекса ошибочных мировоззрений.

Недостаточная доказательная база глобального потепления по техногенным причинам порождает и укрепляет в своем воинствующем оптимизме климатических скептиков. Они утверждают, что основные сценарии и прогнозы ничего общего с наукой

не имеют и строятся на компьютерных моделях, рассчитанных на ближайшие 100 лет.

Делая человека виновником глобального потепления, сильные мира сего, формируют в сознании человека сопричастность к климатической, экологической, а быть может и экономической катастрофе. При этом целью их стратегического реагирования на создавшуюся мировую проблему является перенесение части затрат на ликвидацию ее последствий на всех участников производства независимо от их экономической состоятельности.

Ссылаясь на безосновательность техногенного влияния на климатические изменения, скептики выражают свое недоверие к науке, сделавшей упор в проблеме потепления на парниковые газы. Их точку зрения разделяют и некоторые ученые.

Есть опасение, что если идея глобального потепления станет более политизированной, то формирование общественного мнения будет осуществляться на основе принуждения. В этой ситуации скептицизм и с одной и с другой стороны будет преобладать над научными обоснованиями, поскольку для них требуются доказательства, а в задачу противоборствующих сторон будет входить распространение недоверия и сомнения [32].

Климатический скептицизм во многих странах рассматривают как форму политического выражения, в которой сконцентрировано отрицание современной низкоуглеродной экономики, базирующейся исключительно на субъективном представлении о глобальном изменении климата [33].

Экономические мероприятия, направленные на смягчение последствий потепления достаточно дорогостоящи и зачастую требуют поддержки общественности.

Степень общественной обеспокоенности – одно из основных условий для принятия важнейших политических и экономических решений [34], а климатический скептицизм оказывает негативное влияние на эту степень обеспокоенности, выступая в качестве тормоза, задерживающего продвижение вперед на пути смягчения последствий глобального изменения климата.

СМИ, подогревая интерес к проблеме, способствовали формированию множества точек зрения, отличных от общепринятых. Благодаря их усилиям в общественном сознании проблема изменения климата потеснила экологическую.

Задача стабилизации температурного режима на планете выходит за рамки национальной политики и приобретает космополитический оттенок. Традиционные дипломатические подходы уже не в состоянии решить проблему, особенно в случае нарушения некоторыми странами ранее достигнутых соглашений по климату.

Существенная роль должна отводиться поиску компромисса по вопросам климатических изменений. Без этого невозможно выработать и применить адекватные решения для принятия социальных, политических и экономических решений по минимизации последствий глобального потепления в масштабах планеты [29].

Можно выделить несколько идей, способствующих достижению согласия для продвижения вперед:

- к климатическим скептикам нужно прислушиваться и относиться серьезно, с уважением. Климатологи должны признавать, что глобальное потепление может быть вызвано не только парниковыми газами;
- каждый человек должен осознавать свою причастность к климатическим изменениям и мероприятиям по смягчению их последствий и не воспринимать решения общественных организаций и правительств своих стран как принуждение к изменению своего образа жизни;
- сторонники действий в области изменения климата должны понимать, что их предложения слишком легко принять за запрет, направленный против стремления людей к личному благосостоянию и социальному прогрессу (налоги на выбросы углекислого газа).

Изменение климата и особенно меры по адаптации к новым условиям окажут существенное влияние на мировую экономику и качество жизни, усилив тем самым уязвимость экономической системы.

Под комплекс адаптационных мероприятий, включающих и дополнительный налог, попадают не только крупные предприятия, но и частные домовладения и даже владельцы автотранспорта, сопричастные к выбросам парниковых газов. Об этом твердят противники техногенных причин изменения климата.

По сути, новые экономические отношения в период глобального изменения климата предлагается строить на принципах возмещения затрат на мероприятия по борьбе с антропогенным воздействием на окружающую среду в целом. В этой ситуации не исключается необходимость выработки перечня государственных мероприятий:

от налогообложения участников производства и других субъектов до финансирования специальных научных исследований [29].

Сторонники климатического скептицизма пытаются аргументировать свое мировоззрение, высказывая недоверие последователям теории глобального изменения климата, считающим реальным виновником подобной ситуации производственно-экономическую, политическую деятельность человека. Они полагают, что в основе техногенного представления об изменении климата лежит личная мотивация ее основоположников.

Пока идут споры по поводу причин скептицизма, количество скептиков увеличивается и этому способствует информация о проблемах на Солнце, которые в ближайшем будущем могут привести к замене глобального потепления ледниковым периодом, и тогда все действия по реагированию на потепление лишены всякого смысла.

Из отчета Евробарометра видно, что число европейцев, считающих изменение климата серьезной проблемой, сокращается, и в настоящий момент около четверти населения планеты являются скептиками [34].

Степень климатического скептицизма значительно отличается в разрезе стран. Он значительно ниже в Европе, чем в странах СНГ. Подавляющее большинство жителей Европы признают воздействие человека на изменение климата [23].

Примерно 32 % населения США не верят в антропогенное изменение климата [30, 35, 36]. По другим источникам, 38 % полагают, что потепление – процесс естественный, а 41 % считают его искусственным [37]. По данным соцопроса иных исследователей, 13 % жителей США считают, что климат меняется, но не по вине человека [38].

По данным Ipsos (независимая исследовательская компания), в России меньше всего интересуются проблемой глобального изменения климата. Только 3 % россиян назвали глобальное потепление серьезной проблемой [39]. И если в Германии и США противники глобального потепления достаточно активны, то в России преобладает пассивный климатический скептицизм, поскольку большинство просто не признает серьезность проблемы. Скорее всего, подобная ситуация характерна для большинства стран СНГ.

Климатический скептицизм, как взгляд на природу климатических изменений, не такое уж и безобидное явление. Часто сторонники антропогенных причин глобального потепления в подобном сонении видят серьезное препятствие на пути адаптации мировой экономики к изменяющимся условиям.

Сильная зависимость сельского хозяйства от климата и его непредсказуемых колебаний – реальная угроза продовольственной безопасности.

Выделяют несколько типов климатического скептицизма:

- Первый – полностью отрицает факт глобального изменения климата. Такую точку зрения можно считать лженаучной, поскольку наличие климатических изменений доказано климатологами всего мира. Их доводы подтверждены многолетними наблюдениями, задокументированы.

- Второй – к глобальному потеплению человек не имеет никакого отношения. Это самое болезненное место. Точка зрения скептиков данного типа заслуживает уважения и требует научного опровержения.

- Третий – глобальное потепление, если оно и есть, то не имеет отрицательных последствий. Третий тип по своей сути ближе к лженаучным представлениям, хотя в реальности имеет как положительные, так и отрицательные последствия. Это полностью зависит от географического расположения.

Излишняя политизированность, социологические неточности и ошибки, необъективность предоставляемой информации формирует общественное мнение, отличное от научно обоснованного. Достаточно часто это влияет на принятие управленческих решений, поскольку те, от кого зависит это решение, живые люди и потребители информации, предоставляемой различными источниками. В условиях неопределенности, особенно климатической, принятие такого рода решений в отношении самой климатозависимой отрасли народного хозяйства – задача весьма сложная.

Анализ и оценка объективных условий – отправной этап на пути принятия управленческих решений. На нем закладывается результативность, подтвержденная оценкой принятых решений. Этапы между ними – пути достижения желаемого результата (рис. 1).



Рис. 1. Общая модель принятия управленческих решений

На принятие решений в сельском хозяйстве, особенно в климатозависимом направлении деятельности – растениеводстве, оказывают влияние по меньшей мере три группы факторов: климатические, технологические и организационные.

Климатические включают в себя: влажность воздуха и почвы, температуру воздуха и почвы, приход фотосинтетически активной радиации (ФАР), качество светового потока, продолжительность дня (фотопериодизм).

Утверждения сторонников климатического скептицизма по поводу глобального изменения климата представлены в табл. 4.

Организационные: готовность техники, подготовленность специалистов и исполнителей, организация рабочего места, организация трудового и производственного процесса, предусмотренного технологическими требованиями. Зачастую организационные мероприятия способны скорректировать все технологические действия и минимизировать потери от факторов, признанных труднорегулируемыми (климатические).

Технологические: сроки посева, ухода (междурядные обработки, подкормки, борьба с вредителями, болезнями и сорняками), уборка.

Утверждения сторонников климатического скептицизма по поводу глобального изменения климата

Представители скептицизма	Их аргументы	Их резюме по поводу изменения климата
Швейцарский эксперт Вернер Мунтер	Углекислый газ не может разогреть климат, не нарушая законов физики	Заключение экспертов МГЭИК о рукотворности глобального потепления – это фарс
Американский профессор Роберт Вуд	Термин «парниковый эффект» не имеет ничего общего с процессами, протекающими в парнике и в атмосфере	Глобальное потепление никак не связано с выбросами парниковых газов и парниковым эффектом
Бывший глава сенатского комитета США по делам окружающей среды Джеймс Инхоф	Наука об изменении климата является мистификацией, придуманной ради нанесения вреда народу США и занимающаяся подтасовкой данных	Заговор мирового правительства
Профессор Университета Колорадо Уильям Мейсон Грей	Глобальное потепление после окончания холодной войны пришло на смену СССР в качестве врага для США и его народа	Организация мирового правительства и всеобщий контроль за населением планеты
Российский интеллектуал и шоумен Анатолий Вассерман	Ссылаясь на исследования 1909 г., констатирует факт охлаждающего эффекта парниковых газов	Постановка под контроль мировой энергетики и производства

Представители скептицизма	Их аргументы	Их резюме по поводу изменения климата
Английский режиссер Мартин Даркин	Сама теория глобального изменения климата – это многомиллиардная мировая индустрия, созданная антииндустриальными фанатиками, защитниками окружающей среды	Противники капитализма пытаются остановить развитие планеты. Производители альтернативных источников энергии стремятся поставить страны в зависимость от них
Американский метеоролог Джон Коулман	Все заключения о глобальном потеплении – научный подлог в целях добывания финансирования и получения мировой признательности	Личная заинтересованность определенного круга лиц
Российский океанолог, член РАН Геннадий Матишов	Глобальное потепление придумал бывший вице-президент США, чтобы получить Нобелевскую премию мира	Личная заинтересованность
Бывший президент США Дональд Трамп	Изменение климата придумали китайцы, чтобы уничтожить экономику США	Мистификация
Член российской партии «Справедливая Россия» Сергей Миронов	Подписание международных соглашений по климату служит экономическим интересам отдельных стран и компаний	Мировые державы пытаются задержать развитие российской экономики
Депутат Госдумы от фракции «Справедливая Россия» Игорь Ананских	Придумано странами, основными потребителями российских энергоносителей	Отказ мировой экономики от российских энергоносителей

Представители скептицизма	Их аргументы	Их резюме по поводу изменения климата
Советник министерства природных ресурсов России и член фракции «Справедливая Россия» Владимир Полеванов	Нет никакого глобального потепления – есть глобальное жухничество	Передел сфер влияния в мировой экономике
Советник президента России по экономике Андрей Илларионов	Концепция глобального потепления принята с целью затормозить рост экономики стран, принявших на себя международные обязательства	Присоединение России к Киотскому протоколу помешает стране удвоить ВВП за десятилетие. По отношению к России Киотский протокол имеет дискриминационный характер, поскольку не учитывает климатические особенности самой холодной страны в мире
Директор института оптики атмосферы Геннадий Матвиенко	Проблема глобального изменения климата сильно преувеличена и политизирована	Создатели Киотского протокола по климату намерены разрушить экономику России
Датский экономист Бьорн Ломборг	Изменение климата происходит, но его угроза преувеличена	Недостаток средств для устранения проблем, волнующих человечество (пандемии), поэтому предлагается другая, якобы еще большая угроза
Китайский ученый Сянь Пин Ланг	Наука о климате – великое мошенничество	Недоверие к западу, стремящемуся к ослаблению Китая

Противоположность точек зрения на проблему выступает стимулом для научно-познавательной деятельности противоборствующих сторон и согласно диалектическому закону является основой и движущей силой развития. Там, где отсутствует борьба противоположностей, нет эволюционного движения вперед. Только в споре рождается истина. Важно желание не только доказывать свое, но и приобретать новое из мыслей оппонента. Любое инакомыслие имеет как отрицательные, так и положительные стороны (табл. 5).

Таблица 5

Гносеологически вредные и полезные стороны инакомыслия
в обосновании теории глобального изменения климата

Положительный феномен	Отрицательный феномен
Полезное несогласие, способствующее поиску новых фактов, подтверждающих реальность глобального изменения климата под воздействием антропогенного фактора	Гносеологически вредное лжеучение
Критический обмен информацией в процессе изучения способствует выработке единой гипотезы, совместное доказательство которой позволит прийти к согласию	Некоторые случаи несогласия препятствуют прогрессу и создают проблемы на пути их решения. Замедление научных исследований, их финансирования и распространения знаний из-за политических, идеологических и экономических разногласий
Причины несогласия оппонентов научно обоснованы (истинные мотивации для сотрудничества)	Причины несогласия подпитываются политическими и экономическими интересами (ложная мотивация)

Положительный феномен	Отрицательный феномен
Экономики развитых стран будут в поиске альтернативных источников энергии и способов внедрения безуглеродной экономики	Дополнительные затраты на дорогостоящие научные исследования
Скептическая точка зрения будет стимулировать подготовку ее оппонентами научного опровержения	Способ распространения информации скептического характера может отрицательно влиять на общественное мнение и принятие решений на государственном уровне

Все это зависит от стратегии формирования, принятия и воплощения в жизнь управленческих решений. В этой связи климатический скептицизм таит в себе скрытую опасность, проявляющуюся в запаздывании принятия стратегических и ситуационных решений.

Отрицательные стороны климатического скептицизма:

- 1) не побуждает к активным действиям;
- 2) препятствует принятию политических и административно-хозяйственных решений, нанося тем самым ущерб аграрному производству и экономике стран, регионов;
- 3) очевидная сила, с которой необходимо считаться и научно опровергать доводы ее сторонников;
- 4) в большинстве своем климатический скептицизм – одна из разновидностей лженауки, поскольку его сторонники не признают точку зрения своих оппонентов, ссылаясь на различные рода теории заговоров;
- 5) скептики в своем мировоззрении не принимают во внимание научные факты.

Ярким доказательством того, что верх в дискуссии по поводу признания виновного в глобальном изменении климата берут сторонника антропогенного фактора, является 27-я Конференция сторон (КС27) Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) в Шарм-эш-Шейхе (07–18 ноября 2022 г.). На ней Генеральный

секретарь ООН Антониу Гутерриш заявил, что человечество движется «в климатический ад».

Основные вопросы, выводы и предлагаемые мероприятия:

1. Генеральный секретарь ООН предложил заключить Пакт климатической солидарности.

2. Необходимо прекратить инвестировать в добычу ископаемого топлива, перенаправить средства на финансирование инициатив по развитию возобновляемых источников энергии.

3. Делегации развивающихся стран призвали к «климатической справедливости» – созданию фонда адаптации и компенсации потерь и ущерба, нанесенного в результате природных катастроф.

4. Глава ООН призвал к «нулевой терпимости» к пустым обещаниям в области климата.

5. Только надлежащее управление водными ресурсами укрепит борьбу с изменениями климата.

6. Для реагирования на новые угрозы необходима общемировая система раннего оповещения о стихийных бедствиях и катастрофах.

7. Мировые лидеры должны учитывать фактор перемещения населения в борьбе с изменениями климата.

8. Для борьбы с изменением климата необходимо преобразовать общество.

9. Защита биоразнообразия.

10. Преобразования в энергетическом секторе позволят удерживать потепление.

11. Альтернативой адаптации могут быть лишь нищета и голод.

12. Роль женщин в борьбе с климатическими изменениями и последствия этих изменений для водных ресурсов планеты [40].

Участники этой конференции не смогли согласовать все положения заключительного документа. И, несмотря на доводы ученых, многие государства не собираются отказываться от ископаемых источников энергии и увеличивают объемы добычи нефти, угля и газа.

В этой связи представители науки частного сектора предупредили о быстротечном потеплении на планете и о том, что задача по его сдерживанию может стать утопической.

Чаще всего в научных источниках в уже систематизированной форме выделяют две группы факторов, влияющих на глобальное потепление: природные и антропогенные [41].

Учитывая дискуссионный характер проблемы, можно привести и природно-антропогенный. Что касается последнего, то в отношении его отмечается более или менее единство взглядов, поскольку в самом определении не отражено преимущество одного фактора над другим. А вот сторонники чисто природного и чисто антропогенного факторов далеки от единогласия.

Проведя исследования относительно климатического скептицизма и отрицательных его последствий, в том числе и в АПК Беларуси, можно сделать следующие выводы:

- при выработке стратегических решений, отвечающих прогрессу человечества в сложных политических, климатических, социально-экономических и экологических условиях современности, консенсусу следует уделять особое внимание;
- скептицизм присущ большинству научных направлений. Климатический скептицизм – молодое направление, требующее серьезного анализа и оценки его социально-экономического влияния на уязвимость системы;
- идеи скептицизма мотивируют ученых более предметно аргументировать свою точку зрения и опираться на научные исследования;
- концепция климатического скептицизма присутствует у многих народов, и это мешает принимать важные политические решения по предотвращению глобального потепления и минимизации его отрицательных последствий;
- от отсутствия единогласия сильно страдают отрасли, находящиеся в прямой зависимости от климата (сельское хозяйство, лесное хозяйство, энергетика и туризм). Среди них особое место занимает сельское хозяйство как основа продовольственной безопасности;
- если предположить, что антропогенное воздействие на изменение климата преувеличено, то все равно замысел снижения выбросов в атмосферу углекислого газа имеет только положительный тренд, поскольку это один из путей экологизации планеты и улучшения качества жизни с вытекающими отсюда экономическими, социальными и политическими последствиями.

2. ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА. СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

2.1. Глобальное изменение климата. Плюсы и минусы

Климатические изменения на планете носят скоротечный и порой непредсказуемый характер. Российские ученые считают, что наиболее уязвима к климатическим изменениям почва, поскольку любые изменения климата оказывают важное влияние на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов и свойства почвы как одной из сред обитания растений [42, 43].

По мнению экспертов продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций, потеря микробиологического разнообразия почвы приведет к нарушению круговорота питательных веществ и нарушению баланса углерода. По их мнению, только приемы надежного и разумного управления земельными ресурсами позволят сохранить качество почв с их микробиологическим разнообразием [44].

Высказывается предположение, что климатические изменения приведут к неоднозначной реакции на них почвы. С одной стороны, будет иметь место снижение эффективности ее использования, а с другой – проявятся определенные выгоды [44].

Ученые установили, что содержание гумуса в почве сильно зависит от климата и на фоне глобального потепления это приведет к уменьшению доз вносимых удобрений, но увеличению водного дефицита [45, 46].

Характеризуя углекислый газ как основной источник углерода для существования жизни на Земле, следует отметить, что его концентрация с доисторических времен регулируется геологическими явлениями и живыми объектами. Яркими их представителями являются растения, которые в процессе фотосинтеза поглощают углекислый газ.

Современные достижения науки позволяют определить реакцию представителей растительного мира на концентрацию этого газа в атмосфере и связь интенсивности процесса фотосинтеза с его концентрацией. Увеличение концентрации этого газа повысит результативность фотосинтеза, что может положительно сказаться на продуктивности и сельскохозяйственных растений [17, 47].

Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере поддерживает повышенную чувствительность достаточно сложной системы «погода–растения–урожай», и по причине изменения режимов питания, водопотребления, дыхания и особенностей защиты растений это может привести как к повышению, так и снижению продуктивности естественных и созданных человеком растительных сообществ [21].

Неоднозначная реакция растений на повышенное содержание углекислого газа и предполагаемое потепление по его вине может содержать завуалированные положительные тренды для промышленного растениеводства.

Специалистами в области физиологии растений установлены 2 группы растений: C_3 (умеренные и бореальные, их на планете около 95 %) и C_4 (представители тропиков). Они по-разному проявляют чувствительность к концентрации углекислого газа в атмосфере. Растения группы C_3 демонстрируют повышенную чувствительность к увеличению углекислого газа в атмосфере, растения C_4 мало реагируют на изменение содержания углекислого газа в приземном слое атмосферы. Ученые выдвигают гипотезу, что тропики в большей степени пострадают от глобального потепления [48].

У сельскохозяйственных культур группы C_3 будет отмечаться повышение продуктивности на 0,065 % в расчете на одну миллионную долю увеличения углекислого газа в приземном слое атмосферы [49].

Увеличение скорости фотосинтеза отмечается сразу после увеличения концентрации углекислого газа, но при длительном воздействии этого фактора интенсивность фотосинтеза затухает. С повышением концентрации углекислого газа происходит увеличение листовой поверхности и листья начинают конкурировать, испытывая недостаток освещенности, снижается активность устьиц листьев и скорость транспирации. Растения перегреваются и преждевременно стареют [48].

В Юго-Восточной Европе повышение концентрации углекислого газа и повышение температурного фона оказали положительное влияние на урожайность озимой пшеницы, а кукуруза при таких же условиях показала отрицательный результат. С повышением урожайности озимой пшеницы почти на 60 % увеличилось водопотребление [50].

Современное сельское хозяйство совершенно не адаптировано к нынешнему и будущему изменению климата и остается весьма уязвимым в условиях климатической нестабильности.

Учеными из Японии, Китая, Австралии и США получены данные, что повышение содержания углекислого газа в атмосфере ведет к существенному снижению питательной ценности: пшеницы, риса, кукурузы. Это происходит в результате снижения накопления в них железа, цинка, белка и витаминов группы В [51, 52].

В условиях потепления жизненный цикл растений ускоряется, и они быстрее освобождают поле (в зоне с умеренным климатом) и это может оказать различного рода последствия на результативность производственного цикла. Учитывая тот факт, что в Беларуси весьма проблематично получить два урожая социально-значимых культур, раннее освобождение поля может привести к дополнительным затратам по его поддержанию в надлежащем виде до посева (посадки) очередной культуры.

По одному из сценариев межправительственной группы экспертов по изменению климата температура к 2080–2090 гг. в важнейших регионах планеты увеличится на 2,5 °С–4,3 °С. Несмотря на это, существуют прогнозы по поводу роста урожайности кукурузы, зерновых и риса в средних и высоких широтах. И есть уверенность в том, что имеющий место рост урожайности этих культур в прошлом столетии сохранит положительные тренды и в будущем [53, 54].

Противники достаточно оптимистического утверждения прогнозируют повсеместное падение урожайности зерновых культур, за счет сокращения жизненного цикла всех однолетников [55, 56].

В настоящее время приводятся неопровержимые доказательства того, что мировое растениеводство столкнется с глобальной проблемой на фоне растущего спроса на продовольствие. Подобное утверждение порождает отсутствие единства по вопросам влияния повышения температуры на мировое сельское хозяйство. В прогнозах верх берут менее оптимистичные точки зрения, поддерживаемые международными организациями.

Они полагают, что урожайность пшеницы будет снижаться на 10 %–15 % при каждом увеличении температуры на 1 °С и к середине нынешнего века общая урожайность сельскохозяйственных культур в Южной Азии может уменьшиться на 30 %, а в Индии к 2080 г. падение урожайности может достичь 40 %. И это более характерно для низких широт планеты, где довольно высока плотность населения [57].

По данным ООН, каждый градус потепления приводит к снижению урожайности основных сельскохозяйственных культур на 10 %.

При существующем темпе роста населения на планете к 2035 г. нас уже будет 9 млрд, и к 2050 г. потребуется вдвое больше продовольствия, чем сегодня. Дальнейшая интенсификация сельского хозяйства существенно увеличит количество выбросов в атмосферу углекислого газа [58].

Представители мира ученых высказываются о двояком эффекте глобального потепления, отмечая как положительные, так и отрицательные тренды. Все чаще высказывается предположение, что существующие технологии и системы земледелия не в состоянии гарантировать эффективное сельскохозяйственное производство. Это может стать основной причиной снижения урожайности основных сельскохозяйственных культур на 5 %–10 %, а это на фоне роста населения и деградации земель сельскохозяйственного назначения путь к резкому изменению экономической доступности продуктов [21].

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), к 2100 г. произойдет снижение урожайности: кукурузы – на 20 %–45 %, пшеницы – 5 %–50 %, риса – 20 %–30 % и это на фоне растущего количества населения планеты, опережающего рост урожайности сельскохозяйственных культур [12].

Ученые Стэндфордского университета отмечают, что в период с 1961 по 2002 гг. повышение температуры воздуха уже привело к существенному снижению производства всех зерновых культур и сои [59].

Большинство климатологов высказывают гипотезу о положительном тренде повышения температуры воздуха в северных широтах. Что даст дополнительные преимущества для сельского хозяйства этих зон. Российские исследователи высказывают на этот счет определенные сомнения, утверждая, что как зимнее, так и летнее потепление чревато непредсказуемыми последствиями для растениеводства умеренной климатической зоны. Различные виды сельскохозяйственных растений по-разному реагируют на климатические изменения [60].

Стационарные исследования в Оренбургской области продемонстрировали сильную корреляционную зависимость урожайности яровой пшеницы от температуры (коэффициент корреляции 0,793–0,938) [61]. Во многих случаях температурный фактор признается основополагающим при формировании урожайности [49, 62].

Наряду с температурным фактором, решающим является и фотопериод с характерным суточным ритмом освещенности, продолжительностью дня и ночи в период активной вегетации растений

[63]. Искусственно изменяя сезонные и суточные ритмы освещения можно добиться получения урожая во внесезонный период в условиях средней полосы. Это широко используется в тепличных хозяйствах. При этом в числе регулируемых остается и температурный режим, поддерживаемый в оптимальных параметрах для определенных культур.

Глобальное изменение климата окажет неоднозначное воздействие на аграрный сектор экономики в различных агроклиматических зонах планеты. Все будет зависеть от степени адаптации к изменившимся условиям самих растений и участников производства, оказывающих влияние на основные предметы труда в растениеводстве.

Благодаря усилиям ученого сообщества установлено, что территории со среднегодовой температурой воздуха около +13 °С признаются наиболее благоприятными для сельскохозяйственного производства. Более высокий среднегодовой температурный фон существенно снижает эффективность аграрного производства [64].

Степень влияния климатических изменений на региональное и планетарное сельскохозяйственное производство определить достаточно сложно. Поэтому большинство выводов делается на основе предположений, и доля достоверности этих предположений редко превышает 50 %. Доказательством подобного утверждения может служить мировое производство основных сельскохозяйственных культур.

Анализ глобального сельскохозяйственного рынка, предоставленный Министерством сельского хозяйства США, показывает, что мировое производство основных сельскохозяйственных культур (пшеница, кукуруза, рис, соя) за последние 6 лет отличается стабильностью. И прогнозы мировых экспертов по поводу падения производства сельскохозяйственной продукции пока не оправдываются (рис. 2).

Снижение производства пшеницы отмечено в странах Европейского союза. Незначительный рост имел место в Китае, а в Индии производство пшеницы за последний год почти в 1,2 раза больше среднего показателя за предшествующие ему годы. Такая же картина характерна и для России. Что касается фуражного зерна,

отмечен рост его производства в Китае, Индии и незначительный в Канаде. Производство кукурузы в мире, по крайней мере за последние 4 года, остается стабильным, а риса и сои сохраняет тенденцию постепенного роста.

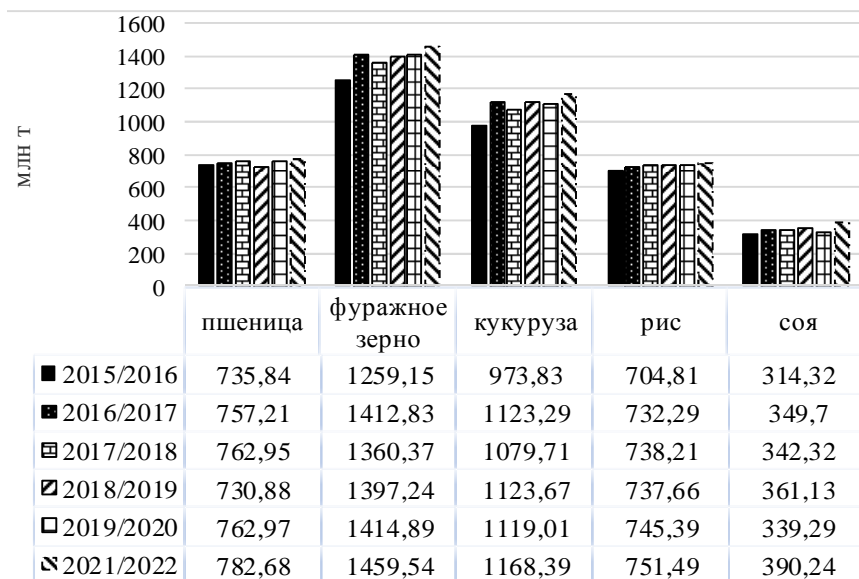


Рис. 2. Производство основных культур в мире за период с 2015 по 2022 гг.

Приведенные на рис. 2 данные никак не согласуются с доводами о снижении производства основных видов продовольствия. Однако не исключается возможность, что на каком-то этапе произойдет это резкое падение, и фактор неожиданности приведет к серьезной мировой продовольственной проблеме.

Противоречие между прогнозами и реальной картиной еще раз доказывает несовершенство методов получения информации и самой информации. Климат по-прежнему остается загадкой. В этой связи за столь короткий промежуток времени трудно с высокой степенью достоверности оценить положительные либо отрицательные последствия климатических изменений для мирового и регионального аграрного производства.

Влияние погодных условий на продуктивность сельскохозяйственных растений не вызывает сомнения. Однако невозможно с большой точностью спрогнозировать влияние изменения климата на сельское хозяйство.

2.2. Климатические изменения и сельское хозяйство Республики Беларусь

Нынешнее сельскохозяйственное производство Республики Беларусь условно можно назвать относительно стабильным, что подтверждается его результативностью. Изменения, вызванные климатическими факторами, имеют как положительные, так и отрицательные последствия (табл. 6).

Таблица 6

Положительные и отрицательные стороны глобального потепления
на территории Республики Беларусь

Фактор	Положительный эффект	Отрицательный эффект
Увеличение концентрации углекислого газа	Возможен рост скорости фотосинтеза и, как следствие, урожайности	Дальнейшее потепление
Увеличение температуры почвы	Более благоприятные условия для деятельности корневой системы (при наличии достаточного количества влаги)	Повышение температуры будет способствовать усилению деятельности почвенной микрофлоры, что приведет к ускорению разложения органического вещества почвы и более интенсивному снижению плодородия

Фактор	Положительный эффект	Отрицательный эффект
Увеличение периода вегетации	При соответствующей сумме положительных активных температур возможен более ранний срок посева. Средняя для Беларуси продолжительность периода вегетации за последние 20 лет составила 169 дней, что на 9 дней больше, чем за 1980–1999 гг. В настоящее время она варьирует от 159 дней на севере и до 178 дней на юге страны. Внедрение позднеспелых сортов и гибридов, использующих климатический потенциал, наиболее эффективно	Лимитирующим фактором для культурных растений становится продолжительность дня. Теплая осень при этом не обеспечивает получение двух урожаев стратегических культур. Конкурентные преимущества при этом получают аборигенные виды, преимущественно сорняки
Зимнее потепление	Возможность возделывания теплолюбивых многолетников: виноград, персик, нектарин, абрикос и т. д.	Создаются идеальные условия для перезимовки вредителей и болезней

К числу факторов, наиболее влияющих на растениеводство и вызванных глобальным изменением климата, относятся:

- изменение границ агроклиматических зон;
- изменение биоклиматического потенциала земель сельскохозяйственного использования;
- чередование периодов зимнего и летнего потепления;
- увеличение периода вегетации;
- изменение активности почвенных микроорганизмов;
- появление инвазивных видов вредителей, болезней и сорняков;

- усиление вредоносности местных вредителей, болезней и сорняков;
- изменения в круговороте питательных веществ в почве.

За счет сдвига границ агроклиматических зон произошло уменьшение Северной зоны и появилась Новая зона. Подобная тенденция будет сохраняться и в дальнейшем и к 2030 г. Северная зона полностью исчезнет, а Центральная переместится на ее место, Южная займет место Центральной. К 2060 г. существенно увеличится Южная и Новые зоны с увеличением суммы положительных активных температур на 200 °С [65].

По всей территории республики происходит увеличение периода вегетации и за счет более продолжительной календарной весны снизится напряженность труда в период посевной кампании и расширится диапазон подбора оптимальных сроков посева. Кроме того, происходит смещение сроков проведения сельскохозяйственных работ на более ранние.

Увеличение продолжительности безморозного периода осенью позволит снизить напряженность труда в период уборки, за исключением культур, сроки уборки которых определяются их биологическими особенностями (осыпание).

Повышение температурного режима почвы окажет определенное влияние на деятельность почвенных микроорганизмов. Вне всякого сомнения, этот факт повлияет на культивируемые растения по причине изменений в круговороте питательных веществ и деятельности корневой системы растений.

В числе отрицательных последствий глобального потепления появление, широкое распространение и повышение вредоносности инвазивных видов болезней и вредителей. Последствия уже имеют место и представляют определенную угрозу для сельского хозяйства, поскольку требуют дополнительных затрат на их определение и разработку мероприятий по борьбе с ними.

По причине более выраженного чередования летнего и зимнего потепления будет иметь место зависимость продуктивности многолетних и озимых культур от подобной ротации. При этом сельскохозяйственные культуры с однолетним жизненным циклом могут наиболее эффективно использовать потенциал глобального потепления.

Тенденция чередования зимнего и летнего потепления, вероятнее всего, сохранится и станет более контрастной. Переход от безморозного периода к холодному и наоборот на фоне разных периодов потеплений будет отличаться от среднемноголетних показателей. Зима может наступать значительно позже с ранними осенними заморозками (сентябрь 2022 г.). Раннее наступление весны может сопровождаться периодическим похолоданием, неблагоприятным для ранних весенне-полевых работ.

И если для однолетних культур увеличение вегетационного периода может иметь положительные тенденции, то неустойчивая погода в зимний период с частыми оттепелями и бесснежьем может внести существенные коррективы в прохождение фазы яровизации некоторых видов озимых зерновых с последующим снижением их продуктивности.

Потепление станет достаточно благоприятным фактором для перезимовки местных представителей вредителей и болезней, а также и для успешного освоения новых территорий инвазивными видами.

Инвазивные виды насекомых уже представляют опасность для территории Беларуси в плане их идентификации и требуют разработки эффективных методов борьбы с ними (табл. 7).

Дать экономическую оценку влияния климатических изменений на эффективное функционирование аграрного сектора экономики и особенно растениеводства достаточно сложно, поскольку эти изменения становятся трудно предсказуемыми. Кроме того, на фоне так называемых относительно плавных изменений все чаще наблюдаются климатические явления из разряда стихийных бедствий (заморозки, град, смерч, цунами, засуха, наводнение).

На территории Российской Федерации златка уничтожает целые массивы ясеня. На территории нашей республики этот вредитель может представлять большую опасность для косточковых плодовых культур.

Еще опасней мраморный клоп – он многояден и устойчив к химическим препаратам, поэтому потери урожая от этого насекомого могут составлять 90 %. Плодовые культуры Гомельщины сильно страдают от личинки американской белой бабочки.

Инвазивные вредители, представляющие потенциальную опасность для сельского и лесного хозяйства Республики Беларусь в условиях климатических изменений

Наименование вредного объекта	Повреждаемые культуры
Златка	Ясень обыкновенный, слива домашняя, абрикос обыкновенный, персик
Самшитовая огневка	Самшит вечнозеленый
Мраморный клоп	300 видов культур. Из них: плодовые, овощные, зерновые и т. д.
Липовая моль пестрянка	Разновидности липы
Западный кукурузный жук	Разновидности кукурузы
Шелкопряд-монашенка	Хвойные и лиственные древесные породы, груша обыкновенная, разновидности смородины, крыжовник обыкновенный, яблоня домашняя
Сосновый коконопряд	Сосна обыкновенная и другие хвойные древесные породы
Американская белая бабочка	Плодовые и древесно-кустарниковые породы
Облепиховая муха	Облепиха крушиновидная

Не менее опасны насекомые-враги местных энтомофагов. По причине потепления божья коровка Арлекин стала очень быстро распространяться по Европе. На территории Беларуси она может в короткий промежуток времени уничтожить божью коровку семиточечную (естественный враг тли).

Сегодня в республике уже наблюдается повышенная вредоносность тли на плодовых, овощных и цветочно-декоративных культурах. Плоские черви-гельминты вытесняют из почвы дождевых червей. Уже сотни гектар во Франции и Англии по их вине превращены в бесплодные.

В Украине, Польше и Ростовской области России встречается западный кукурузный жук. С увеличением посевных площадей кукурузы в Республике Беларусь не исключено широкое распространение

этого опасного вредителя. В Брестской области уже регистрируются очаги распространения этого инвазивного вида.

Отмечена повышенная активность медведки обыкновенной. Численность этого насекомого превысила порог экономической вредоносности, оно прекрасно зимует в верхнем слое почвы, поскольку глубина ее промерзания в отдельные годы не превышает 10 см. Это серьезная угроза мелкотоварному овощеводству и картофелеводству. Насекомое живет и питается в почве, что существенно затрудняет меры борьбы с ним.

Вероятнее всего, нынешнее глобальное изменение климата, несмотря на свою быстротечность, в условиях достаточного увлажнения не окажет существенного отрицательного влияния на продуктивность сельскохозяйственных растений, а вот повышенная активность вредителей и болезней может нанести огромный урон отечественному растениеводству. В таком случае самым смелым ожиданиям ученых в отношении положительных трендов глобального потепления в зоне с умеренным климатом не суждено сбыться по причине параллельного эффекта, создаваемого вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Глобальное потепление делает Республику Беларусь и более привлекательной для инвазивных видов сорняков. При этом аборигенные виды становятся более вредоносными. В их числе растения-эфемеры (звездчатка средняя). Весьма вредоносны сорняки с коротким жизненным циклом (галинсога мелкоцветковая).

О широкой распространенности и повышенной вредоносности галинсоги в Ленинградской и Псковской областях отмечают российские аграрии [66]. Золотарник канадский из объекта декоративной направленности стал представлять повышенную опасность для естественного биоразнообразия и сельского хозяйства. Сегодня только в Минске это растение занимает не менее 180 га [67].

Достаточно популярен и не менее опасен для биоразнообразия и сельского хозяйства эхиноцистис лопастной. Его часто и ошибочно называют «бешеным огурцом». В нашей республике ежегодно его площадь увеличивается на 40 %–50 % [68]. Основной виновник этой ситуации – население, выращивающее это растение в качестве декоративного на своих дачных и приусадебных участках. Данное растение приносит большой вред садоводству, используя плодовые

деревья в качестве опоры, сильно затеняет их, утяжеляет крону и затрудняет сбор урожая. Затраты труда на борьбу с этим сорняком составляют более 2 чел./ч за весь сезон при уходе за 10 плодоносящими деревьями среднего размера. В естественных условиях по берегам рек в зависимости от густоты стояния древесных и кустарниковых пород и степени доступности к ним эти затраты могут увеличиваться в полтора-два раза.

Учитывая более высокий уровень приспособляемости сорных растений к изменяющимся условиям обитания, можно предположить, что в новых условиях их вредоносность значительно возрастет.

Учеными доказано, что при различных стечениях обстоятельств так называемые традиционные представители сорной растительности в состоянии унести около 28 % урожая [69]. Потери урожая от инвазивных видов могут достигать до 42 %. И если учесть, что на борьбу с местными видами сорняков в Великобритании ежегодно затрачивают более чем 150 млн евро, а в США – 3,0 млрд дол. США, то на борьбу с чужеродными представителями флоры, отнесенными к сорной растительности, эти затраты возрастут в 1,5 раза [70].

На практике сорняки так же, как и культурные растения, подвержены действию климатических изменений и в период неблагоприятных условий усиливается конкуренция между сорняками и культивируемыми растениями. Опыт показывает, что в такой конкурентной борьбе чаще всего побеждают сорняки, если конечно человек не предпримет шаги по устранению нежелательной для него конкуренции. Сегодня ученые пытаются выяснить, является ли совместное действие сорняков и глобального потепления аддитивным, синергическим или антагонистическим.

Дополнительные риски от воздействия на аграрный сектор экономики инвазивных видов и повышенной вредоносности местной флоры в условиях глобального потепления ставит больше вопросов, нежели подсказывает максимально эффективные меры по сдерживанию подобных рисков. По прогнозу масштабы потерь только от инвазивных видов вредителей могут составить от 25 % до 75 % валовых сборов.

Однако не следует забывать, что все прогнозы построены на математических моделях, а если учесть тот факт, что природа не знает математики, то сложно предположить, какие все же изменения

произойдут, особенно когда они имеют специфику появляться спонтанно. Тем не менее математические модели позволяют представить масштабы изменений и способствуют разработке превентивных мер ситуационного реагирования.

В настоящий момент отсутствуют весомерные доказательства того, что глобальное потепление оказало существенное влияние на эффективность растениеводства, но то, что это произойдет, доказывает летопись истории Земли. В этой ситуации самое главное для нас подготовиться к очередным глобальным изменениям.

Риски в растениеводстве неоднозначные и весьма сложное понятие, поскольку на вероятность их возникновения действует не один, не два и даже не три, а порой целый комплекс цепляющихся друг за друга факторов.

В структуре производственного риска весьма сложно выделить самостоятельное участие одного из этих факторов, особенно фактора климатического характера. Климатические риски как независимый комплекс факторов можно рассматривать только теоретически. На практике климатические факторы действуют совместно с другими, усиливая либо ослабляя их влияние на производственный риск растениеводства в отдельно взятой сельскохозяйственной организации либо государства в целом.

О влиянии климатического фактора на урожайность можно судить, исключив влияние других не менее значимых составляющих: сорта (гибрид), технологии, системы применения удобрений и средств защиты растений, плодородия почвы, человеческого фактора и связанных с ним организации труда и производства, исполнительской дисциплины, уровня профессиональной подготовки. Некоторые исследователи придерживаются экосистемного подхода в установлении связи между климатическими изменениями и урожайностью.

Отмечается потенциальная возможность экономии энергетических ресурсов по причине глобального потепления [71]. Данный факт может успешно использоваться в планировании и управлении растениеводством в условиях глобальных климатических изменений.

В результате анализа данных урожайности и валовых сборов основных сельскохозяйственных культур с учетом климатических характеристик периода вегетации отмечается прямая корреляционная зависимость этих показателей от климатических параметров,

но установить влияние изменения климата на продуктивность сельскохозяйственных растений и эффективность производства весьма проблематично (табл. 8).

Метеорологические данные условий анализируемых годов подтверждают данное утверждение. В 2018 г. было тепло. Среднегодовая температура воздуха составила +7,9 °С, что на 1,2 °С выше нормы. Отклонение средней годовой температуры воздуха от климатической нормы по республике было на уровне +6,7 °С.

Таблица 8

Урожайность и валовой сбор основных сельскохозяйственных культур
в хозяйствах всех категорий в Республике Беларусь

Культуры	Урожайность, ц/га				Валовой сбор (после доработки), тыс. т			
	Год							
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
Зерновые и зернобобовые, в том числе:	26,7	30,4	35,0	29,8	6151,0	7333,0	8770,0	7417,0
рожь	20,0	23,7	29,2	23,7	503,0	756,0	1051,0	848,0
пшеница	27,5	33,3	39,4	33,8	1815,0	2309,0	2848,0	2533,0
тритикале	23,6	28,9	33,1	26,0	1015,0	1310,0	1543,0	1069,0
ячмень	22,0	26,9	33,5	27,2	944,0	1098,0	1375,0	1119,0
овес	22,6	23,0	28,8	21,5	342,0	368,0	445,0	327,0
зернобобовые	20,1	21,8	27,3	20,6	337,0	341,0	366,0	266,0
Картофель	216,0	229,0	206,0	194,0	5864,0	6105,0	5231,0	4808,0
Овощи	265,0	284,0	277,0	278,0	1746,0	1854,0	1751,0	1707,0
Льноволокно	8,7	9,4	10,2	8,6	40,0	46,0	48,0	36,0
Свекла сахарная	477,0	520,0	482,0	450,0	4809,0	4945,0	4009,0	3871,0
Плоды и ягоды	110,5	64,7	97,4	80,7	954,0	546,0	792,0	618,0

Весна началась с холодного марта со средней температурой воздуха +0,2 °С (это ниже климатической нормы на 2,8 °С). Апрель

был очень теплым. В первых числах месяца сошел снег. Средняя температура воздуха в апреле была на уровне $+10,5^{\circ}\text{C}$, что на $3,2^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Начало вегетационного периода (переход средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$) по всей территории страны пришлось на 3–5 апреля, т. е. в сроки, близкие к обычным. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 10°C (начало периода активной вегетации) практически по всей стране был отмечен 4–15 апреля, что на полторы-две декады раньше обычного. Май был аномально теплым со среднемесячной температурой $+16,9^{\circ}\text{C}$, что выше климатической нормы на $3,5^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха в летний период была выше климатической нормы [72].

За лето на территории страны отмечено от 32 до 62 жарких дней (с максимальной температурой воздуха $+25^{\circ}\text{C}$ и выше) при норме 28–60 дней. Число очень жарких дней (с максимальной температурой воздуха $+30^{\circ}\text{C}$ и выше) в этом году составило от 1 до 14, а нормальным считается от 3 до 15 дней, причем наибольшее число очень жарких дней отмечалось в августе, что практически не оказало существенного влияния на вегетацию ряда сельскохозяйственных культур [72].

Осенью средняя температура воздуха была на уровне $+8,0^{\circ}\text{C}$ при норме $6,5^{\circ}\text{C}$. Теплыми были все три месяца, особенно сентябрь, когда средняя температура воздуха превышала климатическую норму на $2,9^{\circ}\text{C}$ и составила $+15,0^{\circ}\text{C}$. По ряду показателей климатическое лето в этом году составило почти четыре месяца. Практически на всей территории республики 23–25 сентября произошел переход средней суточной температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$ (окончание периода активной вегетации) [72].

За анализируемый год в среднем по стране выпало 585 мм осадков, или 89 % от нормы (норма 645 мм). Самым влажным месяцем года был июль (выпало 148 мм осадков, или 174 % от месячной нормы). Из весенне-летних месяцев, в течение которых в среднем выпало 21 и 29 мм осадков соответственно (46 % и 49 % от климатической нормы), май оказался самым сухим [72]. Вероятнее всего, аномально теплый май с недостатком влаги мог стать причиной низкой урожайности зерновых и зернобобовых ранних сроков сева.

Аномально теплым был 2019 г. Среднегодовая температура воздуха составила $+8,8^{\circ}\text{C}$, что на $2,1^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Отклонение средней годовой температуры воздуха от климатической нормы по республике составило $+6,7^{\circ}\text{C}$. [73].

Начало весны (устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С) по Брестской, западной части Гродненской, западу и юго-востоку Гомельской области было зафиксировано на месяц раньше обычных сроков (1–14 февраля). На остальной территории страны – на 2–3 недели раньше обычного (25 февраля–4 марта) [73]. Первый месяц календарной весны 2019 г. был теплее обычного – на 3,2 °С выше нормы, средняя температура воздуха составила +3,4 °С. В апреле этот показатель составил +8,8 °С, что на 1,5 °С выше климатической нормы. Температура в мае была в пределах нормы. Средняя температура воздуха была на уровне +14,2 °С [73].

Первый летний месяц 2019 г. был жарким, на 4,6 °С выше климатической нормы, со средней температурой воздуха +21,0 °С. В июле отмечена холодная погода со средней температурой воздуха ниже климатической нормы на 1,3 °С. Температурный режим августа находился в пределах нормы (+17,7 °С) [73].

Средняя температура воздуха осеннего сезона 2019 г. составила +8,8 °С, что на 2,2 °С выше климатической нормы. Окончание климатического лета (переход среднесуточной температуры воздуха через отметку +14 °С в сторону понижения) фиксировалось 14–17 сентября. В 2019 г. длительность климатического лета в среднем по стране была четыре месяца, началось со второй декады мая [73].

За 2019 г. в среднем по республике выпало 576 мм осадков, или 89 % от нормы (норма 646 мм). Наиболее влажным весенним месяцем анализируемого года был май, на протяжении которого выпало более 120 % нормы осадков. Наибольшая сумма осадков отмечена в июле и составила 91,0 мм, или 107 % от нормы. Самым сухим месяцем был апрель, выпало 18 % от климатической нормы (7,0 мм). Такого сухого апреля на территории страны не отмечалось ни разу за послевоенный период. Существенный недобор осадков отмечался и в июне [73].

Несмотря на недостаток влаги в апреле и июне, по урожайности основных сельскохозяйственных культур 2019 г. превосходит предыдущий. Вероятнее всего, недостаток влаги частично компенсировался в мае и июле. Кроме того, на результативность могла оказать и невысокая июльская температура на фоне достаточного количества влаги. Но для плодовых и ягодных культур год был неблагоприятным.

К аномально теплому климатологи отнесли и 2020 г. Среднегодовая температура воздуха составила $+9,1^{\circ}\text{C}$, что на $2,4^{\circ}\text{C}$ выше нормы (отклонение от климатической нормы $+6,7^{\circ}\text{C}$). На протяжении всего года, кроме апреля, мая и июля, отмечался повышенный температурный фон [74].

Температура весны 2020 г. выше климатической нормы на $0,2^{\circ}\text{C}$ (средняя температура воздуха $+7,1^{\circ}\text{C}$) [78]. Устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону повышения (начало весны в климатологии) в Беларуси в этом году не отмечалось, поскольку не наступала климатическая зима (не отмечался переход средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону понижения в зимние месяцы) [74].

Март был теплым: средняя температура воздуха за месяц составила $+3,6^{\circ}\text{C}$, что выше климатической нормы на $3,4^{\circ}\text{C}$. В апреле средняя по стране температура воздуха составила $+6,8^{\circ}\text{C}$, что ниже климатической нормы на $0,5^{\circ}\text{C}$. Начало вегетационного периода на большей части территории республики фиксировалось в конце марта–первой декаде апреля в сроки, близкие к обычным, и только по крайнему северо-востоку страны – в третьей декаде апреля. Температура в мае была на $2,4^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы. Средняя температура не превышала $+11,0^{\circ}\text{C}$, что позволяет сделать вывод о том, что он был достаточно холодным [74].

Средняя температура воздуха в летний период была на уровне $+18,8^{\circ}\text{C}$, что на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Начало климатического лета по всей территории страны отмечено 4–6 июня. Летом 2020 г. было от 26 до 67 жарких дней (с температурой $+25^{\circ}\text{C}$ и выше) при норме 22–48 дней. В целом температурный режим летнего сезона был неоднородным [74].

Осень была аномально теплой. Средняя температура воздуха осени 2020 г. была на уровне $+9,7^{\circ}\text{C}$, что на $3,1^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Такая теплая осень на территории Беларуси отмечается впервые за всю историю наблюдений. Средняя температура сентября составила $+14,8^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $2,7^{\circ}\text{C}$. Окончание климатического лета (переход среднесуточной температуры воздуха через $+14^{\circ}\text{C}$ в сторону понижения) отмечалось 17–18 сентября по северу страны, 28 сентября в западных районах республики, 7–11 октября по югу [74].

За анализируемый год в среднем по Беларуси выпало $593,7$ мм осадков, или 92% , при норме 646 мм. Наибольшее количество

осадков зафиксировано в июне (104,2 мм, или 129 % от климатической нормы). Самым сухим месяцем был апрель, выпало только 13,1 мм осадков, или 34 % от климатической нормы. В мае отмечено 127 % от климатической нормы осадков, и, вероятно, это спасло ситуацию, сложившуюся в растениеводстве [74].

Кроме того, позднее наступление весны оказало положительный эффект на посев ранних зерновых. Он был проведен в биологически, а не климатически оптимальные сроки, что и уберегло всходы от пагубного воздействия на них апрельской засухи и пониженных майских температур.

Средняя температура воздуха за 2021 г. составила +7,3 °С, что выше климатической нормы на 0,6 °С. Отклонение средней годовой температуры воздуха от климатической нормы составило +6,7 °С [75].

В весенний период средняя температура воздуха составила в среднем по стране +6,6 °С, что ниже климатической нормы на 0,3 °С. Температурный режим на протяжении весны был неоднородным. Март был теплее обычного, а апрель и май холоднее. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения (начало весны в климатологии) по Брестской и большей части Гродненской, югу и юго-востоку Гомельской области был зафиксирован 20–24 февраля, а это на две-три недели раньше обычных сроков, по северу и северо-востоку страны – 25 марта (близко к норме). На остальной территории республики астрономическая весна наступила 12–14 марта, что на 2–7 дней раньше обычного [75].

Начало вегетационного периода по южной и западной части страны, а также по северо-востоку страны отмечено 25–30 марта (на одну-две недели раньше обычного), а на остальной территории страны этот период начался 10 апреля, что близко к норме. В апреле средняя температура воздуха составила +6,5 °С (ниже климатической нормы на 0,8 °С). В мае средняя температура воздуха была на уровне +12,3 °С (ниже климатической нормы на 1,1 °С) [75].

Средняя по стране температура воздуха за летний сезон 2021 г. составила +20,0 °С, что на 2,6 °С выше климатической нормы. Летом этого года было зафиксировано от 36 до 66 жарких дней (с температурой +25 °С и выше) при норме 22–48 дней и от 7 до 32 очень жарких дней (с температурой +30 °С и выше) при норме 1–6 таких дней. Температурный режим лета 2021 г. был неоднородным. Очень теплыми были первые два месяца, август был близким

к норме. В третьей декаде августа и в первой-второй декадах сентября осуществился переход среднесуточной температуры воздуха через 14 °С в сторону понижения, что свидетельствовало об окончании климатического лета [75].

Осень 2021 г. была теплее обычной на 0,5 °С. Средняя температура воздуха за осенний сезон этого года составила +7,1 °С. Осень по своим климатическим характеристикам отличалась неоднородностью. Активная вегетация растений наступила на одну-две недели раньше обычного (14–20 сентября) и только по крайнему юго-востоку – 7 октября (близко к норме) [75].

Аномальная жара и недостаток влаги в июне (67 % от нормы) и июле (78 % от нормы), а также избыток влаги в августе (180 % от нормы) стали основной причиной недобора урожаев (за исключением овощей).

Влияние погодно-климатических условий на продуктивность сельскохозяйственных растений – неоспоримый факт, но вместе с тем установить долю влияния именно этих условий задача крайне сложная. Отсюда вполне закономерен факт сложности принятия управленческих решений на пути стабилизации аграрного сектора экономики в условиях внешней нестабильности, продиктованной глобальными изменениями климата.

Кроме того, ученые прогнозируют, что произойдет рост температуры, повышение уровня мирового океана и при этом урожайность сельскохозяйственных культур будет снижаться, но никто не знает, как резко это будет осуществляться и когда наступит критическая точка невозврата, которая приведет мировую продовольственную систему к экономическому коллапсу.

Превентивные меры позволят подготовиться к прогнозируемым последствиям глобальных климатических изменений и не допустить развитие катастрофических событий.

За сравнительно короткий промежуток времени трудно с высокой степенью достоверности оценить положительные либо отрицательные последствия климатических изменений для мирового и регионального аграрного производства. По причине широкого распространения инвазивных болезней, вредителей и сорняков биологическая продуктивность сельскохозяйственных растений может и не снизиться, а вот затраты, связанные с их производством, существенно возрастут. Для обеспечения продовольственной безопасности уровень дотаций на сельское хозяйство может значительно вырасти.

Если влияние повышенных температур на состояние атмосферы и их положительное либо отрицательное воздействие на сельское хозяйство более или менее изучается и есть определенные выводы и представления, то почва, как среда обитания живых организмов и источник питательных веществ для растений, в данном контексте изучена недостаточно.

Об этом напоминают в Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) по случаю Всемирного дня почв, который отмечается 5 декабря. Эксперты ФАО отмечают, что одним из основных следствий деградации земли является потеря ее питательных веществ. В небольшом кусочке почвы содержится больше живых организмов, чем людей на Земле. Для здоровья почвы необходимо обеспечить ее сбалансированными и разнообразными питательными веществами в соответствующих количествах. Но с каждым новым урожаем почвы истощаются [76].

Без надлежащего устойчивого управления земельными ресурсами плодородие почв постепенно снижается. В результате продукты питания, которые мы потребляем, также не содержат питательные вещества в необходимом объеме. За последние 70 лет уровень витаминов и питательных веществ в продуктах питания резко снизился. Сегодня два миллиарда человек во всем мире страдают от недостатка микроэлементов, известного как скрытый голод, поскольку его трудно обнаружить. В ФАО отмечают, что для удовлетворения мирового спроса на продовольствие к 2050 г. сельскохозяйственное производство должно увеличиться на 60 %. Этой цели можно добиться, но для этого необходимо наладить устойчивое управление почвами [76].

Сегодня на фоне климатических изменений 33 % верхнего плодородного слоя земли во всем мире подверглось деградации из-за эрозии, вымывания органических веществ, подкисления, загрязнения и других негативных процессов. В некоторых случаях почвенная эрозия происходит естественным образом во всех климатических условиях и на всех континентах [76].

Здесь имеется в виду лишь внешняя деградация, объемы же внутренней деградации, проявляющейся в изменении структуры почвы ее физико-механического и микробиологического состава, а также потере питательной ценности для живущих в ней объектов и сельскохозяйственных растений, существенно превосходят видимую ее составляющую.

Наряду с прогнозируемыми трендами от глобального потепления аграрный сектор экономики может столкнуться с рядом проблем, продиктованными климатическими изменениями на нашей территории (табл. 9).

Из-за изменения климата в сторону потепления отчетливо прослеживается увеличение общего биоклиматического потенциала территории Республики Беларусь, и это полностью согласуется с установленным фактом «озеленения» поверхности Земли в средних и высоких широтах за счет увеличения в атмосфере углекислого газа [4].

В то же время, по мнению В. Ф. Логинова, С. А. Лысенко, В. И. Мельника, в структуре площадей со статистически значимым ростом биологической продуктивности преобладают исключительно лесные массивы и другие естественные фитоценозы. Ученые отмечают, что нормализованный вегетационный индекс (NDVI, числовой показатель качества и количества растительности на участке поля) большинства сельскохозяйственных угодий изменяется незначительно или даже снижается. В некоторых регионах Беларуси скорость уменьшения NDVI достигает 1 % в год [4].

Таблица 9

Особенности климата Республики Беларусь
и его отрицательное влияние на аграрное производство

Особенность	Последствия
Неустойчивая погода весной, частая и резкая смена тепла и холода	Сложно подобрать агробиологический оптимальный срок посева
Зима мягкая с частыми оттепелями, затянувшимися морозящими дождями	Отрицательно воздействует на жизненный цикл озимых и многолетних плодово-ягодных культур. Хорошо влияет на перезимовку вредителей возбудителей болезней сельскохозяйственных культур
Недостаток влаги в начале лета и сильные ветры	Попадание под засуху зерновых ранних сроков сева

Особенность	Последствия
Избыток влаги в летний период	Нарушение водно-воздушного режима почвы, ухудшение физиологических процессов (дыхание, транспирация, поглощение питательных веществ из почвы, фотосинтез). Требуются дополнительные затраты для создания благоприятного режима
Вероятность заморозков	Повреждение и гибель теплолюбивых культур
Теплая продолжительная осень	Сложно подобрать агробиологический оптимальный срок посева озимых

Подобные исследования заставляют задуматься о негативных последствиях изменения климата, поскольку экономическая эффективность аграрного производства находится в прямой корреляционной зависимости от продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Высказывается предположение, что в эпоху последнего климатического изменения неизбежно кардинальное изменение существующей системы земледелия. И эффект от потепления в северных широтах, о котором так часто говорят, еще предстоит изучить, если вспомнить, что по репрезентативному пути концентрации RCP 4,5, характерному для Беларуси, многие виды растений не смогут адаптироваться к новым условиям.

Подобное утверждение не лишено чрезмерного драматизма, поскольку большинство культивируемых в Беларуси растений это интродуценты (80 %), пришедшие к нам из Центров происхождения культурных растений, к температурным условиям которых стремительно приближается Беларусь.

Произойдет реаклиматизация – возврат к прежним условиям их естественного произрастания. Этот процесс идет гораздо быстрее, нежели акклиматизация, представляющая собой временное изменение условий произрастания. Акклиматизация, направленная на выработку у растений приспособительных механизмов, имеет экономическое значение, поскольку преследует получение выгоды.

Выгода зависит от потенциала сортов и гибридов, заложенного в них в период достаточно длительного процесса приспособления.

Можно с большой долей уверенности сказать, что культивируемые в республике виды в результате глобального потепления никуда не исчезнут, а вот акклиматизационный экономический потенциал, заложенный в них, может быть подвергнут климатической переаттестации с вытекающими для аграрного производства и мировой продовольственной безопасности последствиями.

По мнению некоторых исследователей, это будет происходить в ближайшем будущем. Белорусские ученые считают, что площадь, занятая под картофелем, имеет тенденцию к сокращению и в этом отчасти виновен климат.

Уменьшение посадочных площадей под этой культурой имеет ясно выраженные тенденции за последние 60 лет. Даже в военные и послевоенные годы (1940–1950 гг.) средняя площадь под этой культурой в хозяйствах всех категорий была в 3,3 раза больше, чем в 2020 г. Хотя в анализируемый период отмечается стабильный рост урожайности. Если в 2005 г. этот показатель был на уровне 73 ц/га, то в 2020 г. он составил 206 ц/га (рис. 3).



Рис. 3. Изменение площади посадок картофеля и урожайности в хозяйствах всех категорий за период с 1940 по 2020 гг.

Рост урожайности шел более скромными темпами, по сравнению с площадями возделывания культуры, и это не могло компенсировать потери валовых сборов (рис. 3). Просматривается прямая корреляционная зависимость валовых сборов картофеля в Беларуси от площадей посадки в хозяйствах всех категорий (рис. 4). Ссылаясь на исследования белорусских, российских, польских, нидерландских ученых и Международного центра по картофелю (Перу), О. В. Давыденко и П. С. Лопух высказали мнение, что высокие температуры в период вегетации растений будут оказывать крайне негативное влияние на продуктивность [77].

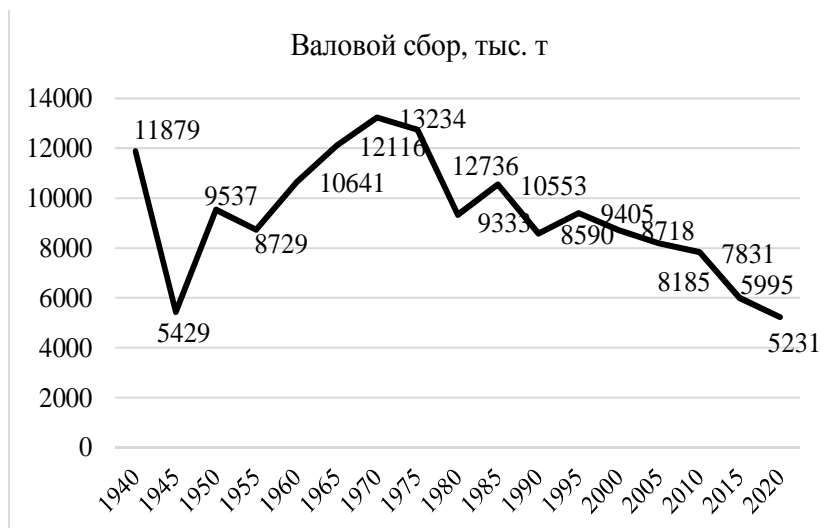


Рис. 4. Изменение валовых сборов картофеля в хозяйствах всех категорий за период с 1940 по 2020 гг.

Они экспериментальным путем доказали, что урожайность картофеля (с вероятностью утверждения 69 %) будет низкой, если в течение периода вегетации было более 10 дней с температурой выше 30 °С.

При этом следует учесть, что данное утверждение будет верно в том случае, если в эти периоды будет недостаток влаги. В случае нормального и повышенного увлажнения отрицательное действие высоких температур будет сглаживаться.

Негативное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур будет оказывать увеличивающаяся продолжительность и повторяемость периодов с высокими температурами.

Сокращение площадей под выращивание картофеля скорее связано с экономикой, а не с глобальным потеплением. Если за период с 1990 по 2000 гг. средний уровень рентабельности картофеля, реализованного сельскохозяйственными организациями, был 72,6 %, то в период с 2001 по 2010 гг. – 10,1 %, а с 2011 по 2020 гг. – 4,1 %.

В сильной степени также повлияли конъюнктура рынка и значительный удельный вес в структуре производства хозяйств населения. Из полевых культур значительная часть товарной продукции в хозяйствах данной категории приходится на картофель и овощи (рис. 5). При этом идет постепенное наращивание объемов производства овощей и картофеля в крестьянских (фермерских) хозяйствах. По картофелю это отмечается с 2014 г., а по овощам с 2011 г. (рис. 6).

Кроме того, маркетинговый ход по сбыту продукции мелко-товарными производителями создал серьезную конкуренцию сельскохозяйственным организациям в реализации продукции.

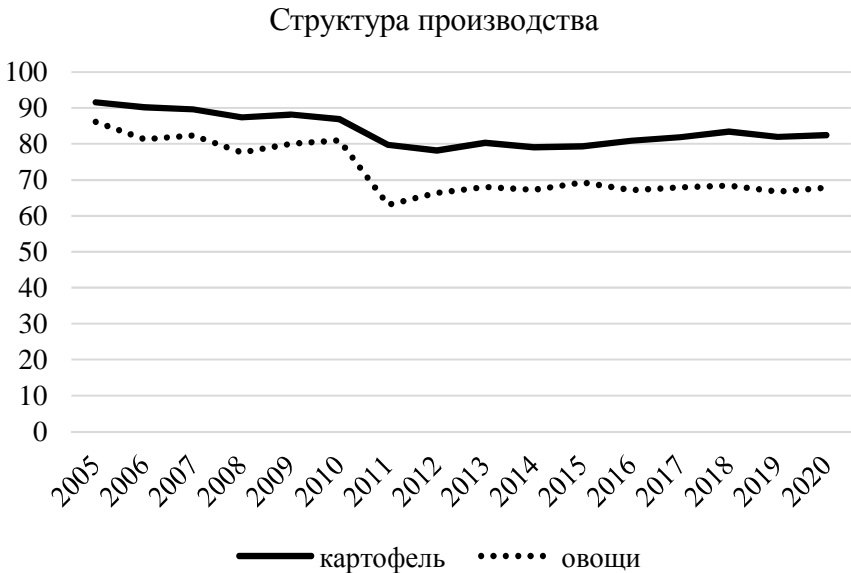


Рис. 5. Структура производства картофеля и овощей в хозяйствах населения (в % от объема производства в хозяйствах всех категорий)

Структура производства

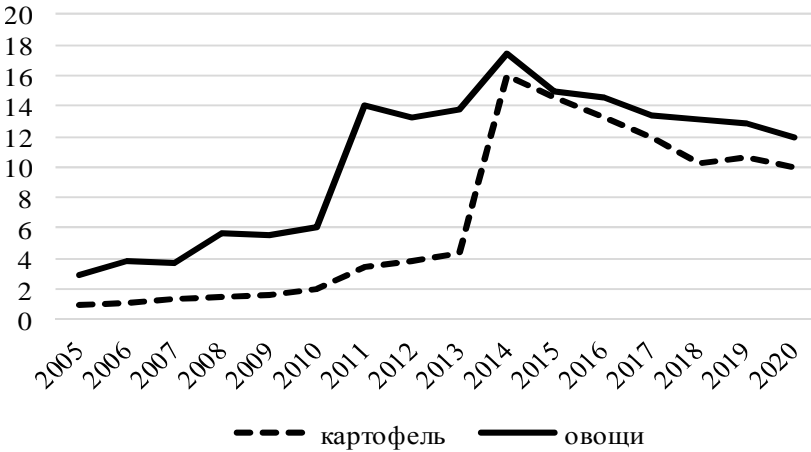


Рис. 6. Структура производства картофеля и овощей в крестьянских (фермерских) хозяйствах (в % от объема производства в хозяйствах всех категорий)

В сложных экономических условиях доля крестьянских хозяйств и хозяйств населения в производстве овощей и картофеля может сохраняться на высоком уровне при сокращении их производства в сельскохозяйственных организациях. Это не совсем хорошо, поскольку данный вид деятельности попадает в область не наблюдаемой экономики. В результате цены на овощи и картофель могут быть необоснованно велики. И это никак не зависит от климатических условий и особенно от глобального потепления.

По ряду культур, в числе которых картофель и овощи, в ближайшие 50 лет изменение климата не приведет к существенному снижению либо консервированию урожайности.

Работы белорусских ученых в области овощеводства транслируют определенную уверенность по поводу культивирования в республике ряда нетрадиционных культур, в числе которых арбуз обыкновенный. Исследования по интродукции и внедрению в культуру новых видов растений заслуживают определенного внимания и представляют научно-практический интерес.

Исследования, направленные на дальнейшее внедрение в промышленное производство, должны быть подтверждены экономическими расчетами эффективности подобного рода внедрений. Все способы возделывания этих культур с использованием рассады и различного укрывного материала должны быть экономически целесообразны.

Информация о сокращении периода от посева до первого сбора плодов на 3–6 суток и на 16 суток в случае посадки рассадой в сочетании с укрытием неткаными материалами без приведения затрат на выращивание, транспортировку, высадку рассады, укрытие посевов (посадок) нетканым материалом, снятие укрытий в фазу цветения растений, включая стоимость укрывного материала, носит субъективный характер.

Крайне непродолжительный период потребления продукции внутри республики и сомнительная экспортная значимость арбузов белорусского производства требует продуманных и взвешенных решений по поводу промышленного выращивания этой культуры в Беларуси.

Кроме того, следует учитывать и тот факт, что продуктивность арбузов в нашей республике будет сильно зависеть от периодичности по годам. Так называемый арбузный год может быть 1–2 раза в 5–8 лет. Подобная периодичность связана с температурным режимом весны (апрель–май). Хороший урожай даже при безрассадной культуре, а в южной и новой агроклиматических зонах и без укрытий можно получить при аномально теплом апреле и мае.

Подобное утверждение носит прогнозный характер и требует научного обоснования.

Для традиционного овощеводства глобальное потепление будет иметь положительные черты.

Капуста белокочанная. О возможности выращивания капусты белокочанной среднепоздних и поздних сортов безрассадным способом в своей работе в 1978 г. отмечала Кострома Г. Ф. В прошлом столетии основным способом выращивания поздних и среднепоздних сортов этой культуры был рассадный. Это связано с их продолжительным вегетационным периодом [78].

В результате потепления и смещения сезонов период вегетации увеличился почти на 30 дней и позднеспелые сорта стали успевать

пройти полный цикл развития от всходов до формирования товарной продукции без использования рассадного метода [78].

Кроме того, решающим фактором выступили и технико-технологические показатели, получившие в последнее время широкое развитие (сеялки точного высева, эффективные способы подготовки семян к посеву, почвообрабатывающая техника) [78].

По данным российских ученых, при выращивании капусты белокочанной прямым посевом семян в грунт поздних и среднепоздних сортов и гибридов имеет место снижение энергозатрат более чем в 2 раза, при этом растения обладают большей устойчивостью к неблагоприятным стрессовым условиям, а в кочанах увеличивается содержание сухих веществ [78].

Луковые культуры. Культивирование лука на репку из семян – способ не новый и достаточно известный. Хотя ранее данный способ широкого распространения не получал. Предпочтение отдавали производству товарной продукции из севка. Увеличение периода вегетации предоставило новые возможности, и достаточно перспективным признано производство лука репчатого в один год из семян.

Изменившиеся климатические условия требуют корректировки оптимальных сроков посадки озимых форм чеснока с учетом почвенных и зональных условий.

Положительные тренды отмечены при выращивании в Беларуси многолетних луков. Глобальное потепление способствует возделыванию лука-порея ранних сортов в южной и новой зонах прямым посевом семян (при наличии соответствующей техники и технологии), либо рассадным методом (при выращивании рассады в холодных рассадниках).

Таким образом, сформировавшееся в середине прошлого столетия утверждение о том, что рассадная культура многих овощных культур увеличивает урожай на 30 %–50 %, сегодня может быть поставлено под сомнение. Либо технология выращивания рассады должна быть пересмотрена с учетом изменившихся условий.

Овощи семейства зонтичных. Наиболее трудоемки в технологическом плане сельдерей корневой и черешковый, поскольку имеют продолжительный вегетационный период и в технологической цепи присутствует рассадная культура. Изменение климата

благоприятно отразилось на возможности выращивания сельдерея черешкового. Простейшие сооружения защищенного грунта могут успешно использоваться для производства товарной рассады, что делает возделывание этой культуры менее затратным.

Кроме того, менее трудоемким стало семеноводство, не требующее ежегодной закладки на хранение маточных корнеплодов и корневищ, поскольку в последние годы они прекрасно зимуют в почве и, пройдя стадию яровизации, рано весной трогаются в рост, дают цветоносы и формируют жизнеспособные семена. Разработка приемов агротехники, обеспечивающих максимальную перезимовку маточников в открытом грунте, позволит повысить эффективность семеноводства.

Овощи семейства пасленовых. Представители этого семейства отличаются способностью к продолжительному росту и новообразованию органов. Период плодоношения удлиняется, поскольку по продолжительности жизненного цикла это многолетники (у томата встречаются и однолетние формы), но в нашей почвенно-климатической зоне культивируются как однолетники (томат, перец, баклажан).

Изменение климата в нашей зоне, характерным признаком которого является увеличение периода вегетации, можно рассматривать как положительный тренд в промышленном производстве томата, перца и баклажана в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

При этом следует учитывать и отрицательный момент изменения климата в сторону потепления. Появились новые болезни, а вредоносность встречающихся и ранее значительно возросла. Фитофтороз совсем недавно практически не поражал томаты в сентябре, а с изменением климата ситуация изменилась. Вероятнее всего, повышенная вредоносность фитофтороза связана с распространением полового цикла развития, при нем образовавшиеся споры обладают повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям (засуха, низкие температуры).

Повысилась вредоносность бактериальных и вирусных болезней, определить которые визуалью – не простая задача. Все это требует дополнительных капиталовложений в проведение экспедиционных исследований для определения степени вредоносности и разработки эффективных приемов защиты растений.

Зеленные овощи. Зеленные овощи – достаточно обширная по видовому разнообразию группа в силу своих биологических особенностей: скороспелость, невысокая требовательность к теплу, способность наращивать вегетативную массу в условиях короткого дня, обладают способностью максимально эффективно использовать увеличение вегетационного периода. Это дает возможность продлить срок получения свежей зелени из открытого грунта, делая зелень более доступной по цене.

Учитывая благоприятные условия для выращивания зеленных овощей в Беларуси, следует разработать алгоритм их производства в целях импортозамещения и выхода на мировой продовольственный рынок. Присутствие данной продукции белорусского производства на рынке стран-членов Евразийского экономического союза – первый этап продвижения отечественной продукции на мировой рынок.

Развитие пермакультуры с организацией сырьевых зон и переработки – одно из перспективных направлений продвижения отечественной продукции на мировой рынок. В этой связи инновационным подходом в вопросе переработки зелени как скоропортящейся продукции является разработка и внедрение новых методов (сублимация) и выпуск сухих смесей.

Организация сырьевых зон зеленных культур должна учитывать комплекс факторов:

- объем внутреннего рынка;
- перспективы экспорта;
- возможность концентрации производства;
- целесообразность организации переработки;
- экономическую эффективность производства и переработки;
- социально-экономические выгоды (занятость, доходы населения, экология).

Кукуруза. Многолетние исследования ученых научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию установили, что агроклиматический потенциал Центральной зоны Беларуси позволяет на почвах со средним плодородием (балл 30,1–35,0) получать урожаи раннеспелых гибридов кукурузы – 376,0 ц/га зеленой массы и 89,6 ц/га зерна (при варьировании урожайности по годам до 25,5 %) [79].

Несмотря на значительные успехи возделывания в Беларуси кукурузы на зерно, повышение экономической эффективности

выращивания ее в различных агроклиматических зонах задача своевременная и актуальная.

Возделывание кукурузы на зерно в условиях Беларуси стало возможно благодаря потеплению и, несмотря на то что по сумме активных температур и по продолжительности периода вегетации в Южной и Новой зонах теоретически возможно культивирование среднепоздних и даже поздних сортов и гибридов (табл. 10), положительные результаты в Беларуси дают исключительно ранние, среднеранние и среднеспелые сорта и гибриды. Приведенные в табл. 10 периоды вегетации кукурузы на зерно (по данным ФАО) вызывают некоторые сомнения. Даже в условиях Южной зоны (Минский район) полное созревание кукурузы приведенных выше групп спелости наступает в сентябре–октябре.

Все это связано с тем, что кукуруза растение южных широт и относится к группе растений короткого дня. В Беларуси основные стадии роста и развития ее протекают при длинном дне, а это накладывает отпечаток на реальный период вегетации, который в нашей зоне достаточно часто совпадает с вегетационным периодом.

Таблица 10

Классификация гибридов кукурузы
по условному индексу скороспелости ФАО

Группа скороспелости	Условный индекс скороспелости по ФАО	Сумма активных температур, °С	Период вегетации, дн.	Количество дней с температурой выше 10 °С (Беларусь)
Раннеспелые	100–199	2200	90–105	140–160
Среднеранние	200–299	2400	105–115	140–160
Среднеспелые	300–399	2600	115–120	140–160
Среднепоздние	400–499	2800	120–130	140–160
Позднеспелые	500–599	3000	135–140	140–160

По всем показателям выращивание кукурузы признано перспективным, и дальнейшее потепление на фоне достаточного увлажнения и соответствующего уровня агротехники даст возможность получать 100 и более центнеров зерна с гектара даже среднепоздних, а возможно, и поздних сортов и гибридов.

Подобное мнение имеет научное подтверждение. Отмечено, что в Новой зоне и части Южной более полно биоклиматический потенциал используют среднеспелые и среднепоздние гибриды. Аналогичная картина наблюдалась и в системе государственного сортоиспытания, где в среднем за 6 лет испытаний была отмечена прибавка сухого вещества у среднеспелых и среднепоздних гибридов – 31,0–35,0 ц/га, по сравнению со среднеранними. В Центральной зоне это превышение было на уровне 6–16 ц/га. Только в Северной агроклиматической зоне данные группы скороспелости показали снижение на 2,0–3,0 ц/га сухого вещества, по сравнению со среднеранними [27].

Глобальное потепление в комплексе с селекционно-технологическими достижениями существенным образом отразилось на урожайности кукурузы и экономической эффективности ее возделывания. В этой связи отмечено увеличение посевных площадей этой культуры на зерно. В то же время в отдельных регионах посевы кукурузы стали испытывать недостаток во влаге, и в южной части республики сильно распространился стеблевой кукурузный мотылек и карантинный объект – западный кукурузный жук.

Фруктово-ягодные культуры. Подробный анализ температурно-го и водного режимов с 1989 по 2018 гг. на примере Минской метеостанции, расположенной в агрогородке Самохваловичи, проведенный учеными института плодоводства НАН Беларуси, отражает состояние отечественного ягодоводства в условиях климатических изменений.

Зимние периоды последних 15 лет характеризуются крайне неустойчивой погодой с продолжительными оттепелями. При этом перепады температуры зимой и холода в весенний период, чередующиеся с аномально теплыми периодами, не оказывали существенного влияния на рост и развития ягодных культур.

Отмечается более раннее отрастание и цветение, при этом период цветения стал более продолжительным (на 7–15 дней). Более продолжительным стал и период формирования ягод. В целом продолжительность активного роста увеличилась.

Растения стали более восприимчивы к болезням. Из-за теплой зимы имеет место накопление инфекции. Авторы отмечают сокращение периода созревания. Это сказалось негативно на эффективности выращивания ягодных культур в условиях потепления климата (табл. 11).

Таблица 11

Положительные и отрицательные тренды выращивания ягодных культур в Беларуси под влиянием глобального потепления

Отрицательный тренд	Положительный тренд
Создается напряженность труда во время сбора урожая. Это требует дополнительного привлечения рабочей силы и специализированной техники	Возможность выращивать в Республике Беларусь более теплолюбивые виды и сорта ягодных культур
Сокращается период поступления свежей продукции на рынок и сырья на перерабатывающие предприятия	
Ухудшается фитосанитарное состояние, влекущее за собой увеличение затрат на разработку и применение современных методов защиты растений	

Климатические изменения последних десятилетий существенно влияют на фитосанитарную обстановку в сельском хозяйстве (табл. 12) и требуют существенной корректировки методов ее стабилизации в целях сохранения устойчивости аграрного производства.

Таблица 12

Изменение фитосанитарного состояния посевов основных сельскохозяйственных культур в Беларуси, вызванное глобальным изменением климата

Культуры	Болезни	Вредители
Зерновые	Желтая пятнистость (обнаружена в 2013 г.). Прогнозируется особая вредоносность на озимой пшенице. Повышение распространенности и вредоносности бурой ржавчины	Подгрызающая совка, хлебный жук, опомиза пшеничная. Комар-толстоножка, зеленоглазка, меромиза, злаковый минер, различные клопы, (активизация жизнедеятельности). Обыкновенная хлебная жужелица (обнаружена в 2016 г.)

Культуры	Болезни	Вредители
Озимая пшеница, озимая тритикале	Желтая ржавчина	
Яровой ячмень	Сетчатая пятнистость, темно-бурая пятнистость, карликовая ржавчина	
Зерновые, овощные плодовые		Пенница слюнявая (повышенная активизация)

По мнению отечественных специалистов в области защиты растений, сильное поражение болезнями, приведенными в табл. 12, может стать причиной недобора 40,0 %–50,0 % или 78,0 %–80,5 % урожая. За счет вреда, наносимого насекомыми, недобор урожая зерна может достигать 20 %–30 % при снижении его качества. В дальнейшем ситуация будет только усугубляться.

Изучив трансформационные изменения, отмеченные в растениеводстве Беларуси под воздействием потепления, следует отметить:

- глобальное потепление на территории Республики Беларусь имеет как положительные, так и отрицательные последствия. Весьма сложным остается вопрос преимуществ положительных трендов над отрицательными. Климатические изменения внесли существенные коррективы в фитосанитарную стабильность растениеводства Республики Беларусь, что создает определенные проблемы в поддержании эффективного функционирования данного вида экономической деятельности;

- биоклиматический и научно-технический потенциал Республики Беларусь позволяет модернизировать сельское хозяйство с учетом глобальных изменений;

- выбор приоритетов должен базироваться на потенциале, имеющемся в республике и предоставленном глобальными климатическими изменениями. В этом случае эффективность отечественного аграрного производства приобретет устойчивые черты даже в условиях внешней нестабильности.

3. АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СИЛЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА

3.1. Краткая история развития агрометеорологической службы

Развитие метеорологии и климатологии на территории нынешней Беларуси началось с 1808 г. Период становления длился по меньшей мере 40 лет. Активному ее формированию способствовало развитие капитализма. Оказывая непосредственное влияние на результативность экономики и особенно сельского хозяйства, климат стал объектом исследований. К 1886 г. на территории Беларуси уже действовало 45 метеостанций [80].

Сегодня государственная сеть гидрометеорологических наблюдений включает почти 200 объектов: 6 областных, 3 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; 56 (на 2020 г.) метеорологических, 7 авиационных, 5 агрометеорологических, 3 гидрологических, 1 болотную станции и 114 гидрологических постов [80, 81].

Данные белорусских метеорологов подтверждают, что климат Беларуси существенно меняется. Начиная с 1989 г. в Беларуси зафиксирован самый продолжительный период потепления. За четверть века среднегодовая температура воздуха повысилась на 1,3 °С и превысила средние климатические показатели.

Это послужило поводом для пересмотра границ агроклиматических зон Беларуси. Согласно данным А. Х. Шкляра (1973 г.), в Беларуси выделялись 3 агроклиматические зоны:

I. Северная. Ее нижняя граница проходила вблизи Ошмян, Воложина, Минска, Борисова, Сенно, Орши. Сумма положительных активных температур в ней менее 2200 °С.

II. Центральная. С нижней границей вблизи Ивацевичей, Любани, Жлобина, Чечерска. В ней сумма положительных активных температур находилась не многим менее 2400 °С.

III. Южная. Это юг Брестской и Гомельской областей, включая на севере Пружаны, Октябрь, Жлобин, Чечерск. Сумма положительных активных температур в ней менее 2600 °С.

Согласно данным В. И Мельника, к периоду 1989–2014 гг. в Беларуси выделились уже 4 агроклиматические зоны. Северная

зона существенно сократилась. В ее состав вошли лишь север Городокского, Россоновского, Верхнедвинского и большая часть Мядельского районов. Сильно изменились границы Центральной зоны. Верхнедвинск, Витебск, Сенно, Вилейка, Ошмяны, Воложин переместились в эту агроклиматическую зону.

Увеличилась Южная зона. Лида, Минск, Бобруйск, Славгород, Костюковичи вошли в ее состав. Кроме этого увеличилась и сумма положительных активных температур. Она стала около 2600 °С. На карте Беларуси появилась Новая агроклиматическая зона с суммой положительных активных температур около 2800 °С, которая выделилась из Южной зоны.

Наблюдения климатологов показывают, что процесс потепления продолжается. Самым теплым за весь период наблюдений оказался 2020 г. [81]. Среднегодовая температура воздуха была на 2,4 °С выше нормы. Этому потеплению предшествовали два других. Первое отмечалось в 30-х гг., второе пришлось на 50–60-е гг. прошлого столетия [82, 83].

Нынешнее потепление особенно характерно для зимы. Зимы в Беларуси стали теплее, климат стал менее континентальным. Если сравнивать с 60-ми гг. прошлого столетия, то зимы стали теплее на 5 °С–6 °С.

Тенденция изменения климата в сторону потепления будет сохраняться и в дальнейшем. Вероятнее всего, этот процесс в северных широтах станет более заметным и более быстрым. По мнению ряда ученых, такая тенденция приобретает угрожающие оттенки. Согласно прогнозным данным в Беларуси будет происходить дальнейшее смещение агроклиматических зон.

Сумма положительных активных температур (выше +10 °С) На период 2041–2061 гг. в Северной зоне достигнет 2400 °С, в Центральной – 2600 °С, Южной – 2800 °С, а в Новой – 3000 °С.

Несколько тысячелетий назад климат и его изменения стали толчком для развития земледелия на планете, а сегодня его изменения представляют угрозу для современного сельского хозяйства.

Ориентируясь на прогнозные данные международных организаций по климату, Белорусские климатологи придерживаются двух противоположных сценариев развития событий.

Первый рассматривается ими как относительно умеренный и наиболее вероятный. Продолжительность теплого периода увеличится на 35 дней и составит к 2041–2060 гг. 280–310 дней. Вдоль нижней границы Новой агроклиматической зоны безморозный

период может составить 365 дней. Средняя температура воздуха вырастет на 1,6 °С–2,4 °С. Возможно и незначительное увеличение количества осадков в осеннее-зимний период. Весной и летом увеличение количества осадкой не прогнозируется. Повышение температурного фона при снижении количества осадков может стать причиной снижения урожайности сельскохозяйственных культур [82, 83].

Для второго сценария характерно более резкое потепление. Его сторонники предполагают, что безморозный период увеличится на 54 дня и будет составлять в большинстве регионов более 360 дней, а средняя температура повысится более чем на 3,0 °С. Высокая температура, особенно в летний период, может создать проблемы, связанные с влагообеспечением сельскохозяйственных культур [82, 83].

3.2. Материально-техническая база и производительные силы растениеводства

Состояние материально-технической базы сельского хозяйства и в особенности растениеводства является фундаментом, на котором строится весь производственный цикл и от состояния которого во многом зависит способность аграрного сектора противостоять тенденциям климатических изменений либо максимально эффективно их использовать.

Последние агрохимические обследования почв Республики Беларусь [84, 85, 86, 87] показали неоднозначный результат. Имеет место увеличение площади земель сельскохозяйственного использования, где повысилась кислотность почв, снизилась обеспеченность фосфором и калием, снизился и средний балл пашни и только незначительно выросло содержание гумуса в почве (табл. 13).

Таблица 13

Изменения показателей пахотных земель Беларуси, влияющих на их экономическую оценку за период 2013–2016 гг., по сравнению с периодом обследования 2009–2012 гг.

Показатель	Изменения, значения
Количество районов Беларуси, где произошло подкисление почв	83
Количество районов Беларуси, где произошла нейтрализация почв	35

Показатель	Изменения, значения
Обеспеченность почв фосфором	Снижение на 3 мг/кг почвы
Обеспеченность почв калием	Снижение на 12 мг/кг почвы
Обеспеченность почв гумусом	Увеличение на 0,02 %
Обеспеченность почв кальцием	Снижение на 7 мг/кг почвы
Средний балл пашни (в сравнении с третьим туром бонитировки почв, 1984–1985 гг.)	Снижение на 4,0

Не исключается, что глобальное потепление существенно изменило активность как почвенной микрофлоры, так и физиологические процессы в растениях, сделав их более активными. Увеличив тем самым вынос питательных веществ из почвы.

Механизм существенной прибавки урожая только за счет климатических изменений до конца не понятен, но вполне допустимо, что в условиях, отличающихся от благоприятных, экономическому плодородию почв принадлежит одна из решающих ролей в эффективности растениеводства.

На выбор способа производства и его результативность оказывает большое влияние развитие материально технической базы. Вне всякого сомнения, оно выступает в качестве основного гаранта устойчивости растениеводства. Поэтому способы его поддержания и повышения рассматриваются как реальный вклад в результативность производственной деятельности. Среди основных факторов, существенно влияющих на состояние плодородия почвы и эффективность его использования, – химическая мелиорация, внесение органических и минеральных удобрений. С 1985 г. в Беларуси идет постепенное снижение количества вносимых известковых материалов (табл. 14).

В 1995 г., по сравнению с 1985 г., количество известковых материалов, вносимых на поля Республики Беларусь, сократилось почти в 2,7 раза. В период с 2005 по 2010 гг. отмечается существенный рост, а с 2011 г. происходит снижение.

Таблица 14

Работы по химической мелиорации
в сельскохозяйственных организациях Беларуси

Показатель	Год							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Произвестковано кислых почв, тыс. га	1063,6	1011,0	396,4	293,0	523,0	408,0	288,0	188,0
Внесено известковых материалов, тыс. т	5754,1	5221,2	2087,5	1457,0	2499,0	1887,0	1473,0	971,0
В расчете на 1 га/т	5,4	5,2	5,2	5,0	4,8	4,6	5,1	5,2

Аналогичная картина наблюдается с внесением и минеральных удобрений. Так, в 1995 г. их было внесено почти в 4 раза меньше, чем в 2009 г. С 2008 г. отмечен рост, а начиная с 2012 г. идет постепенное снижение, достигшее к 2017 г. минимума (815,8 тыс. т). Уже с 2018 г. количество вносимых удобрений стало постепенно расти и к 2020 г. достигло уровня 2000 г. (1022,9 тыс. т) (табл. 15, рис. 7). Снижение вносимых известковых материалов минеральных и органических удобрений в период с 1990 по 1995 гг. имело негативные последствия (табл. 14, 15, 16).

Таблица 15

Внесение минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях
Республики Беларусь (в расчете на 100 % питательных веществ)

Показатель	Год							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Внесено минеральных удобрений: всего, тыс. т	–	2011,0	512,0	1022,0	929,0	1497,0	1102,0	1022,9
в том числе под сельскохозяйст- венные культуры, из них под:	1270,0	1510,0	445,0	850,0	818,0	1323,0	1023,6	956,7

Показатель	Год							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
зерновые и зернобобовые	221,0	277,0	109,0	200,0	213,0	293,0	218,0	194,0
сахарную свеклу	396,0	397,0	219,0	324,0	435,0	468,0	431,0	442,0
лен-долгунец	173,0	207,0	90,0	155,0	217,0	248,0	191,0	226,0
картофель	316,0	329,0	151,0	245,0	279,0	333,0	290,0	325,0
овощи	358,0	307,0	130,0	227,0	253,0	299,0	262,0	256,0
кормовые	207,0	256,0	55,0	130,0	130,0	220,0	153,0	138,0



Рис. 7. Внесение удобрений и известковых материалов в сельскохозяйственных организациях в период с 2008 по 2020 гг.

Таблица 16

Внесено органических удобрений в сельскохозяйственных организациях
Республики Беларусь

Показатели	Год							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Внесено органических удобрений: всего, млн т	–	79,2	49,2	35,9	28,4	43,2	50,9	51,6
В том числе под сельскохозяйственные культуры	82,8	77,1	48,1	35,2	27,7	42,3	50,3	51,1
В расчете на 1 га пашни, т	14,4	13,8	9,2	7,0	6,3	9,1	10,3	10,2
В расчете на 1 га посевов, т: зерновые и зернобобовые	6,4	6,0	5,2	2,3	2,0	4,3	4,5	5,7
свеклы сахарной	82,2	80,3	78,9	70,5	46,3	42,8	39,8	44,6
картофеля	75,1	78,4	85,2	70,9	62,2	54,5	44,2	36,0
овощей	55,1	56,6	47,9	38,4	22,8	18,1	8,9	7,2
кормовых	13,9	13,7	8,7	7,9	7,6	12,6	13,1	13,2

Урожайность основных сельскохозяйственных культур в 1995 г., по сравнению с 1990 г., снизилась: зерновых и зернобобовых – на 6,1, гречихи – на 1,7, кукурузы (зерно) – на 8,4, льноволокна – на 2,6, сахарной свеклы – на 108,0, рапса – на 8,0 (более чем в 2 раза), овощей – на 45,0 ц/га. Исключение составили ячмень, овес и картофель [4, 5].

Если причину незначительного повышения урожайности ячменя и овса на фоне снижения количества вносимых удобрений установить весьма сложно, то рост урожайности картофеля можно объяснить увеличением количества вносимых органических удобрений. В 1990 г. их было внесено 85,2 т/га (рис. 7), что на 21,9 т больше среднего показателя за весь приведенный в табл. 16 период с 1985 по 2020 гг.

На фоне снижения количества вносимых минеральных удобрений, отмеченном с 2015 г., резкого снижения урожайности сельскохозяйственных культур не наблюдается. Не исключается возможность их последствий за счет более высокого внесения в предшествующий период, а кроме того, с 2009 г. имеет место рост количества вносимой органики, что также не маловажный фактор стабилизации урожайности.

3.3. Использование производственных ресурсов и эффективность труда

Энергообеспеченность сельского хозяйства Беларуси в 1985 г. превышала союзный показатель (372 л. с.) в 1,4 раза. С 1985 по 1995 гг. он стал снижаться и к 2020 г. составил 341 л. с, что в более чем 1,5 раза ниже уровня 1985 г. (табл. 17, рис. 8).

На фоне сокращения парка тракторов, комбайнов и сельскохозяйственной техники (рис. 8, 9) существенно увеличивается нагрузка пашни на 1 трактор и 1 комбайн. Если в 1990 г. нагрузка пашни на один трактор была 49 га, то в 2020 г. этот показатель был на уровне 130 га. Существенно возросла нагрузка и на комбайн. Если средний показатель по всем видам комбайнов увеличился почти в 4 раза, то на свеклоуборочный нагрузка пашни за сравниваемый промежуток времени возросла в 10 раз (рис. 10). Таким образом, уровень технической оснащенности сельскохозяйственного производства сказался негативно на аграрном секторе экономики Республики Беларусь.

Таблица 17

Энергетические мощности сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь за период с 1985 по 2020 гг.

Показатель	Год							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Энергетические мощности, млн л. с.	32,8	36,4	32,9	25,5	19,7	19,9	19,6	18,4
На 100 га посевной площади, л. с.	526,0	651,0	647,0	506,0	424,0	404,0	369,0	341,0
На одного среднегодового работника, л. с.	27,0	42,2	52,9	53,7	48,2	53,2	66,7	75,2

Энерговооруженность труда (основной показатель его эффективности) на фоне снижения энергообеспеченности растет. Это следствие особенности сельскохозяйственного производства, для которого характерна сезонность. Кроме того, численность работников, занятых в сельском хозяйстве, уменьшается. Если в 1990 г. их насчитывалось 985,4, то в 2000 г. – 625,1, в 2010 г. – 449,0, а в 2020 г. – 375,9 тыс. чел.

В условиях нехватки высококвалифицированных механизаторов за каждым из таких имеющихся работников закрепляется несколько единиц техники, что ведет к существенному увеличению энерговооруженности труда в сельском хозяйстве (рис. 8).



Рис. 8. Обеспеченность тракторами в период с 1990 по 2020 гг.

Оптимизация энерговооруженности труда в сельском хозяйстве один из факторов повышения устойчивости аграрного сектора экономики. Дальнейшее увеличение производства продовольственных товаров предусматривает интенсификацию механизированного и автоматизированного труда, что связано с привлечением значительных энергетических ресурсов. Но удовлетворение потребности в них при росте тарифов на электроэнергию осложняется. Из-за этого в издержках производства доля энергозатрат будет возрастать.

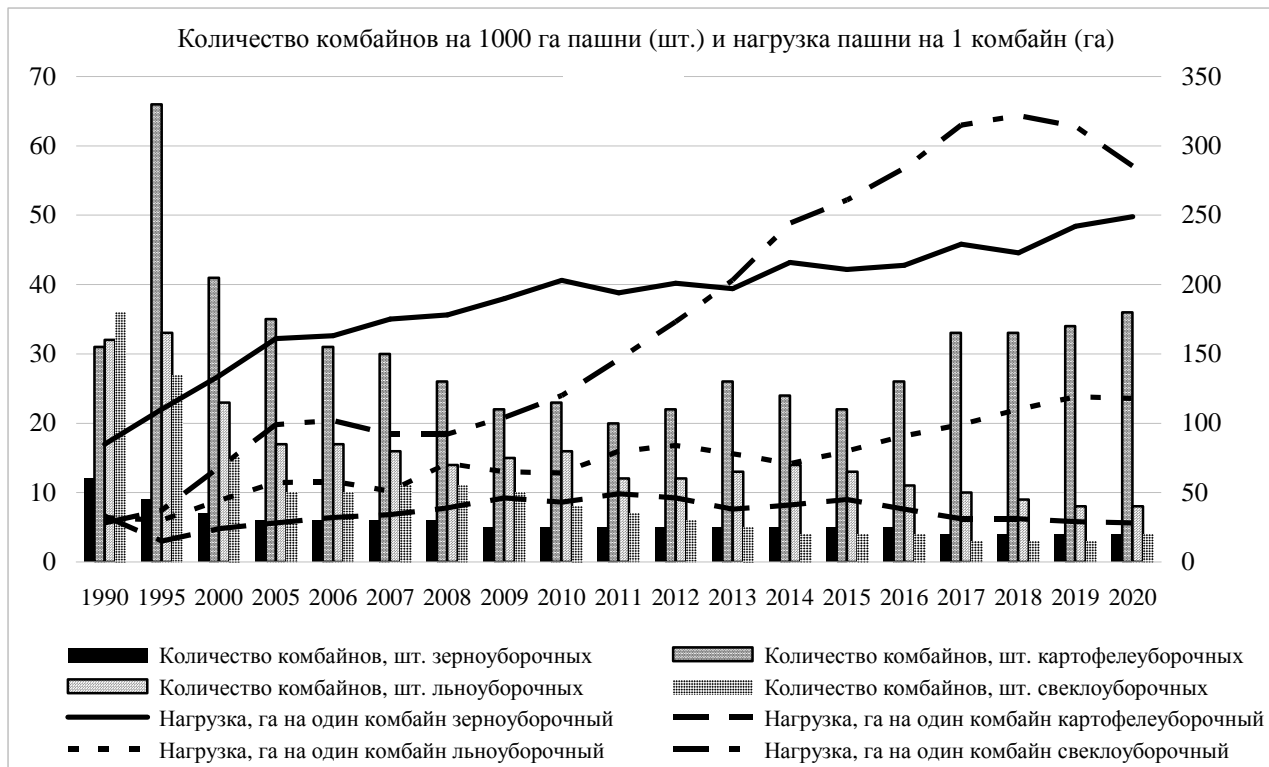


Рис. 9. Обеспеченность комбайнами сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь в период с 1990 по 2020 гг.

Использование энергосберегающих технологий и мероприятий по экономии энергетических ресурсов должно стимулировать снижение издержек производства продовольственных товаров, способствовать повышению их конкурентоспособности при прочих равных условиях.

Российские ученые рассматривают энерговооруженность труда в тесной связи с фондовооруженностью. Они отмечают, что с увеличением фондовооруженности рост энерговооруженности затормаживается и дальнейшее увеличение мощности сельскохозяйственных машин ведет к увеличению затрат, поскольку растет цена единицы мощности (закон падающей производительности) [88].



Рис. 10. Динамика энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь за период с 2005 по 2020 гг.

В целях аргументации максимально приемлемого показателя энерговооруженности труда в сельском хозяйстве был применен макроэкономический подход, построенный на модели экзогенного экономического роста. В результате расчетов было получено максимально эффективное значение энерговооруженности труда в аграрном секторе – 799,16 л. с./чел. [88].

В Республике Беларусь на протяжении последних 15 лет производительность труда в сельском хозяйстве растет. Если с 2005 по 2009 г. она увеличилась в 2,3 раза, то в 2015 г., в сравнении с 2010 г., производительность труда в сельском хозяйстве увеличилась в 5,5. С 2012 г. темпы роста производительности труда несколько снизились (рис. 11, 12).

Энерговооруженность труда не единственный фактор повышения его производительности. Он зависит от уровня развития материально-технической базы.



Рис. 11. Рост производительности труда в сельском хозяйстве в период с 2005 по 2015 гг.

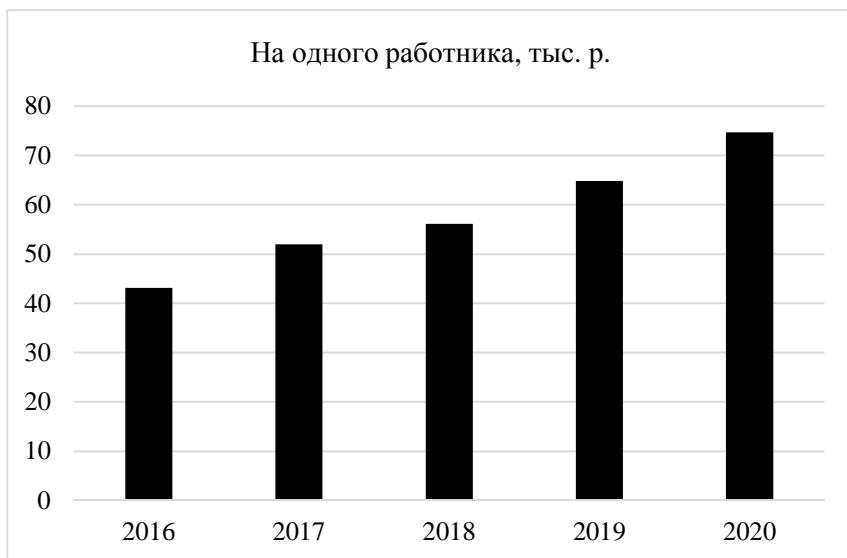


Рис. 12. Рост производительности труда в сельском хозяйстве
в период с 2016 по 2020 гг.

Не менее важным фактором повышения эффективности живого труда выступает социально-экономический. И это, в первую очередь, интенсивность труда. В сельском хозяйстве этот показатель во многом связан с погодно-климатическими условиями и человеческим фактором (возраст участника производства и его физиологическое состояние). Интенсивность труда характеризуется значительной изменчивостью, как в период смены, так и на протяжении всего многосменного производственного цикла, за счет фазного изменения работоспособности.

Кривая работоспособности в сельском хозяйстве, состоящая из трех фаз (адаптация, устойчивая работоспособность, утомление), в сильной степени зависит от физиологического состояния работника и погодных условий.

С глобальным потеплением отмечено не только существенное повышение температурного фона, но и резкая его сменяемость, с большими перепадами. Это влияет отрицательно на все живые объекты, принимающие участие в производственном цикле. Как следствие,

интенсивность труда может снижаться. Об отрицательном влиянии глобального потепления на здоровье человека уже давно говорят медики всего мира.

3.4. Биоклиматический потенциал территории и прогнозы его изменения в условиях климатической неопределенности

Одним из наиболее простых и удобных способов оценки качества условий выращивания сельскохозяйственных культур является биоклиматический потенциал территории (БКП). Биоклиматический потенциал – это комплекс климатических факторов, определяющий возможность формировать урожай на различных почвах и при различных климатических условиях. Показатель БКП может быть использован при оценке территории на предмет пригодности возделывания на ней той или иной сельскохозяйственной культуры.

Этот показатель разрабатывался еще в советские времена и рассчитывался для многих агроклиматических зон СССР, и сегодня исследования подобной направленности проводятся в России (В. Г. Плющиков) и в Украине (З. А. Мищенко). В Беларуси также проводились работы по оценке биоклиматического потенциала территории, однако преобладающим направлением работ была оценка благоприятности отдельных агроклиматических характеристик для роста и развития растений [86].

Текущая тенденция изменений БКП по территории Беларуси такова, что значение индекса увеличивается на протяжении всего периода современного потепления климата (с 1989 г.). Значения биоклиматического потенциала за период 2001–2015 гг. (вторая фаза периода современного потепления климата) составляют 155–175 баллов.

Белорусские ученые в своих расчетах ссылались на сценарий RCP 4.5, взяв за основу изменение концентрации парниковых газов в атмосфере. Данный сценарий был выбран потому, что является наиболее реальным отображением возможного изменения концентрации парниковых газов в атмосфере в ближайшем будущем (до 2040 г.). Эксперимент охватывает период 2006–2035 гг. Для характеристики изменений было отобрано 15 точек. Для более детального изучения особенностей изменения биоклиматического

потенциала в будущем, рассматриваемый период был разделен на два подпериода продолжительностью 10 лет: 2016–2025 гг. и 2026–2035 гг., в зависимости от характера изменения температур по сезонам [89].

Прогноз на основе сценария RCP 4.5 показал дальнейшее существенное увеличение значений БКП в течение прогнозируемого периода при сохранении тенденций изменений, характерных для периода современного потепления климата: 1. БКП территории Беларуси к 2035 г. будет составлять 165–205 баллов, что соответствует БКП юго-западной Украины. 2. Общие закономерности пространственного изменения БКП, в том числе оптимального БКП для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур, сохранятся в будущем: области преобладания высоких и низких значений БКП и направление изолиний значений БКП. Однако отмеченного снижения значений БКП по территории Украины и на отдельных станциях Белорусского Полесья в 2001–2015 гг., вызванное усилением засушливости климата, глобальная климатическая модель не показала. 3. Наиболее крупные локальные экстремумы значений биоклиматического потенциала, сформировавшиеся в течение периода современного потепления климата, в будущем сохранятся, однако могут претерпеть пространственно-временные изменения. В целом если исходить из взятого сценария роста концентрации парниковых газов в атмосфере, то биоклиматические условия на территории Беларуси в течение периода 2016–2035 гг. будут улучшаться.

Эффективность аграрного производства, в особенности климатозависимого растениеводства, зависит от биоклиматического потенциала территории. Это комплексный показатель качества и пригодности территории для сельскохозяйственных культур, которым занимаются в мировой практике немногим более 50 лет, но четкие и конкретные представления о роли его в аграрном производстве появились около 10 лет назад [90]. В него входят: среднегодовая температура, приход фотосинтетически активной радиации, плодородие почв, влагообеспеченность, высота над уровнем моря.

Территория стран крайне неоднородна по этому показателю. Республика Беларусь несколько в лучших условиях, по сравнению с Россией (по усредненным данным), но в худших, чем Польша

и Украина. Для оценки устойчивости растениеводства используют региональный индекс урожайности сельскохозяйственных культур. За весь период инструментальных наблюдений в Беларуси выделены три самых теплых 13-летних периода, когда средняя температура лета превышала +17 °С: 1888–1901 гг. (+17,4 °С), 1927–1939 гг. (+17,3 °С), 2003–2016 гг. (+18,3 °С). В этой связи для расчета регионального индекса урожайности сельскохозяйственных культур брали не 11 (по методике В. Г. Плющикова), а 13 лет (табл. 18).

Таблица 18

Региональные индексы урожайности сельскохозяйственных культур
(Республика Беларусь)

Культура	Республика Беларусь	Область					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Зерновые и зернобобовые	0,88	0,87	0,78	0,83	0,85	0,88	0,84
Рапс	0,78	0,78	0,92	0,74	0,67	0,79	0,82
Свекла сахарная	0,87	0,88	–	0,80	0,93	0,79	0,75
Льноволокно	0,83	0,70	0,79	0,82	0,74	0,81	0,86
Картофель	0,90	0,90	0,85	0,89	0,91	0,86	0,87
Овощи	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,96
Плоды и ягоды	0,65	0,59	0,59	0,74	0,58	0,57	0,76
Среднее значение	0,83	0,80	0,80	0,81	0,79	0,79	0,83

Поскольку отмечены сравнительно небольшие отклонения от средней урожайности за анализируемый период, и отсутствует ярко выраженная повторяемость урожаев низкого или, наоборот, высокого уровня, можно отметить, что растениеводство в Беларуси отличается стабильностью.

В 2014 и 2015 гг. отмечалась максимальная урожайность зерновых и зернобобовых по всем областям. Она составила 36,7 и 36,5 ц/га (в среднем по республике). В 2014 г. теплыми были все сезоны года. Весна наступила 7–10 февраля, что на 1,5 месяца раньше обычного. Исключительно теплым был и 2015 г. Весна наступила 19–20 февраля. Для картофеля более благоприятными были 2008 и 2017 гг. В 2017 г. по всем областям, за исключением Брестской, отмечена максимальная урожайность овощей. Хотя весна с середины апреля до середины мая была прохладной.

В Беларуси к посеву (посадке) овощей приступают в первой-второй декаде мая, и весеннее похолодание сильно не влияет на урожайность этой группы культур.

Зависимость урожайности льноволокна и корнеплодов сахарной свеклы от климатических условий года не отмечена. По льноволокну первенство по урожайности принадлежало Гомельской области в 2010 г. (10,0 ц/га). В 2014 г. лидерами были Минская (9,9 ц/га) и Брестская (16,2 ц/га) области. Витебская область выделилась в 2016 г. (10,7 ц/га), а в 2020 г. – Могилевская (10,9 ц/га) и Гродненская области (12,2 ц/га).

По урожайности сахарной свеклы в 2009 г. лучшие результаты отмечены в Гомельской области, в 2012 г. – в Гродненской, в 2014 г. – в Брестской, а в 2019 г. – в Минской и Могилевской областях.

Отмечено резкое колебание индексов урожайности этих культур. Это говорит о том, что устойчивость производства льна и сахарной свеклы в Республике Беларусь ниже устойчивости производства зерновых, картофеля и овощей. Наибольшим индексом устойчивости производства за период с 2008 по 2020 гг. характеризовались овощи (0,87) и картофель (0,86).

Производство овощей и картофеля может быть экспортоориентировано, хотя в числе основных производителей не сельскохозяйственные организации, а хозяйства населения (около 68 %–80 %).

На фоне высокой средней урожайности сельскохозяйственных культур в Гродненской области отмечается самый низкий региональный индекс урожайности. Можно предположить, что подобная ситуация возникает из-за резких колебаний температур в отдельные годы и биоклиматический потенциал этой области используется не эффективно.

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет рачительного использования биоклиматического потенциала территории – это первый шаг на пути к устойчивому аграрному производству в условиях климатической нестабильности. Учитывая особенности сельского хозяйства, в частности растениеводства, следует отметить, что максимального эффекта возможно достичь только при оптимальных значениях всех факторов. В практике такое случается крайне редко (за исключением регулируемых условий защищенного грунта).

Тем не менее в результате подбора комплекса агропромов возможно свести к минимуму риски климатического характера. Таким образом, подбор агротехнологий для конкретных условий – второй шаг на пути к реализации целей устойчивого развития климатозависимого направления экономической деятельности.

4. УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПУТИ ЕЕ ДОСТИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И КЛИМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

4.1. Факторы устойчивости и методы ее достижения

Во всем мире проблема устойчивого развития аграрного сектора – предмет региональной и государственной политики. В условиях политической, экологической и климатической нестабильности эта проблема приобретает новые черты.

Современная экономика чрезвычайно уязвима и особенно ее аграрный сектор. Из многообразия причин подобной уязвимости можно выделить две, охарактеризовав их как глобальные, – экологические и климатические. И если происхождение вторых носит дискуссионный характер (антропогенные, геологические), то первые – прямой результат деятельности человека, начавшийся около 8 тыс. лет назад с развития производящей экономики. С этого момента сельское хозяйство как часть мировой экономики вносит ощутимый вклад в экологию планеты. С развитием социума этот вклад, особенно негативный, усиливается.

По сути индустриализацию и глобализацию мирового сельского хозяйства сегодня следует рассматривать как одну из угроз для экосистемы и будущего человечества. Современное сельское хозяйство ухудшает экологическое состояние планеты [91].

С ростом населения и деградацией земель сельскохозяйственного назначения нагрузка на экологию планеты существенно возрастает. Это будет происходить и в дальнейшем. Свои коррективы вносит и глобальное потепление, окончательная роль которого не ясна.

Экономическая доступность продовольствия достигается только за счет устойчивого аграрного сектора. В числе наиболее значимых факторов этой устойчивости – агропродовольственная политика и биопотенциал территории (рис. 13).

Достижение устойчивого социально справедливого сельскохозяйственного производства – существенный вклад в продовольственную безопасность и экономическую независимость. Подобная

устойчивость в условиях эколого-климатической нестабильности зависит от инноваций. Человечество выживало на Земле в изменяющихся условиях только благодаря инновационным решениям, и сегодня решение насущных проблем зависит от них. Результативность инноваций коррелирует с экономическими, политическими, социальными и морально-этическими решениями.

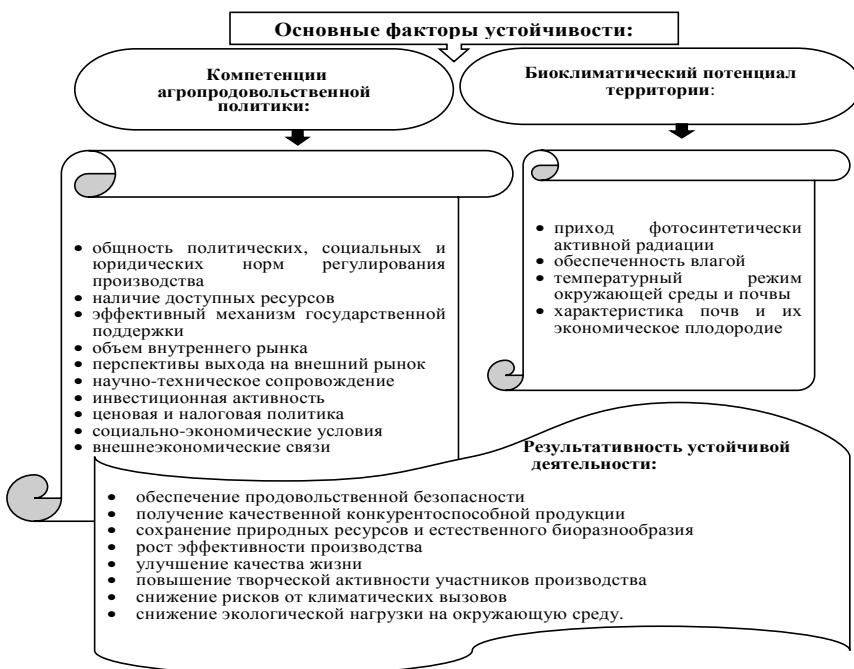


Рис. 13. Факторы устойчивости растениеводства

Рассматривая урожайность как основной натуральный показатель эффективности растениеводства, ученые отмечают, что доходность растениеводства неуклонно снижается по причине невысокого потенциала современных сортов и гибридов, а чрезмерная аддикция земледелия от монокультуры увеличивает химическую нагрузку на агроценоз и окружающую среду. По количеству применяемых в мире средств защиты растений уже наблюдается экологический кризис [91].

Вероятнее всего, этот кризис будет становиться еще ощутимее по причине климатических изменений, влекущих за собой повышенную вредоносность местных болезней и вредителей и широкое распространение инвазивных.

Представители школы органического земледелия во главу своей концепции развития ставят чаще всего экологическую составляющую. При этом климатические изменения ими не рассматриваются в числе основных факторов внешней нестабильности [92]. Тем временем непредсказуемость последствий глобального потепления сдерживает выработку действенных мероприятий и реализацию их на пути устойчивого развития и формировании продовольственной безопасности [93].

Американские исследователи не установили существенной разницы в пищевой ценности органических и неорганических продуктов [94]. И если обратиться к официальной статистике о выбросах в атмосферу от стационарных и передвижных механизмов и к исследованиям ученых в области почвоведения, то вполне уместно подобного рода натуральность отнести к чисто маркетинговому ходу.

Маркетологи настойчиво проталкивают идею всего натурально, но это всего лишь новое коммерческое направление, разновидность современного агробизнеса. Учитывая экологическую обстановку на планете вести речь об экологически чистых (органических) продуктах не совсем корректно. Кроме того, на рынке органических продуктов нечестных предпринимателей встречается больше, чем на традиционном.

Стремление к естественному вполне объяснимо. Человек жаждет отдалить смерть или избежать ее, но смерти избежать невозможно. В данной ситуации биологические и экономические цели не совпадают.

На пути к устойчивому сельскому хозяйству биотехнологические компании продвигают генетически модифицированные культуры (ГМ-культуры), утверждая, что это важный шаг на пути достижения целей устойчивого земледелия. По словам Ольги Саяновой, создание трансгенных растений обеспечит баланс между человеком и биосферой Земли. По прогнозам аналитиков, к 2030 г. мировая экономика будет получать 50 % сельскохозяйственной продукции на основе современных методов биотехнологии [95].

Сторонники биотехнологического направления на пути к устойчивому аграрному сектору высказывают мнение о минимизации экологических рисков, хотя подобного рода инновации на современном этапе не совсем согласуются с морально-этическими решениями проблемы.

Признавая снижение потенциала современных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, определенная группа ученых и практиков придерживаются и активно популяризируют «технологический детерминизм», ставящий во главу решения проблемы устойчивого развития разработку и внедрение в производство исключительно малозатратных технологий [92].

Практика показывает, что эффективность современного растениеводства значительно зависит от применяемых технологий. Надлежащий технико-технологический инструментарий позволяет обеспечить рост производительности труда и снижение затрат на производство сельскохозяйственной продукции, обеспечивая устойчивость в условиях эколого-климатической неопределенности.

Кроме того, современные технологии вносят коррективы в основные системы аграрного производства: агроэкологическую, агропродовольственную и социально-экономическую. Их совершенствование это один из путей инновационного развития. Сорт или гибрид не стоит рассматривать в качестве самостоятельного резерва повышения эффективности растениеводства с точки зрения экономики. Это всего-навсего предмет труда с заложенным в него высоким потенциалом, и только при воздействии на него средств труда, соответствующих его физиологическим потребностям и предусмотренных технологией, он способен дать желаемый эффект. После внедрения сорта в производство его экономическая отдача зависит исключительно от профессионализма технолога. Кроме того, технолог должен владеть вопросами ситуационного моделирования организационных мероприятий и уметь управлять ими.

Косвенным подтверждением этому может служить сравнительная характеристика фактических данных урожайности в хозяйствах всех категорий с результатами сортоиспытания (табл. 19).

Таблица 19

Средняя урожайность основных сельскохозяйственных культур в производстве
и в Государственной системе сортоиспытания

Культура	Средняя урожайность, ц/га					
	в производственных условиях, за период			в системе государственного сортоиспытания, за период		
	1985– 1996 гг.	2005– 2007 гг.	2018– 2020 гг.	1985– 1996 гг.	2005– 2007 гг.	2018– 2020 гг.
Рожь	24,73	22,17	24,77	50,53	68,84	67,08
Пшеница	25,33	31,27	33,40	49,81	68,58	58,88
Тритикале	28,33	29,17	28,53	52,64	71,30	56,03
Ячмень	26,15	28,70	27,47	53,74	65,64	52,69
Овес посевной	22,10	25,43	24,80	42,89	48,78	–
Гречиха культурная	5,91	9,33	10,80	14,27	19,37	–
Кукуруза (зерно)	28,87	43,37	57,70	63,05	112,81	115,22
Горох посевной	15,6	19,43	22,50	30,78	40,90	–
Лен (льноволокно)	5,28	5,77	9,43	11,48	19,87	17,87
Свекла сахарная	267,17	359,67	493,33	488,81	756,55	611,50
Рапс	9,42	11,73	16,83	19,56	33,24	36,64
Картофель	145,0	193,67	217,0	225,88	372,00	388,36
Овощи	164,08	213,33	275,33	320,41	612,33	544,91
Плодово-ягодные, в том числе:						
семечковые	–	53,63	99,43	98,85	106,60	61,58
косточковые	–	61,03	42,67	135,23	117,53	34,55
ягоды	–	55,42	107,43	79,78	61,06	65,55

В производственных условиях урожайность в анализируемые временные интервалы можно охарактеризовать, как стабильно низкую, т. к. она более чем в 2 раза меньше средней урожайности, полученной в системе Государственного сортоиспытания за эти же временные интервалы, и более чем в 3 раза ниже максимальной урожайности, полученной на сортоучастках Республики Беларусь (см. табл. 19).

Подобная тенденция наблюдается по всем сельскохозяйственным культурам. Исключение составляют лишь плодово-ягодные, представители которых имеют многолетний жизненный цикл, и на их физиологическое состояние и продуктивность оказывает влияние не только период вегетации, но и период покоя. В этой связи эффективность культивирования плодово-ягодных культур в большей степени зависит от климатических условий.

Причиной низкой урожайности сельскохозяйственных культур в производстве, по сравнению с системой государственного сортоиспытания, может быть неравнозначность развития и высокий уровень дифференциации сельскохозяйственных производителей по развитию материально-технической базы, организационно-экономическому уровню и степени профессиональной подготовки кадров как между собой, так и между организациями Государственной системы сортоиспытания.

Сорт или гибрид имеет верхнюю границу потенциала, зависящую от ряда причин и, в первую очередь, от биологических особенностей вида. Рано или поздно этот биологический потенциал реализуется в определенных условиях почти на 100 %. Статистическая характеристика урожайности в разные годы косвенно подтверждает это (табл. 20, 21, 22).

Рассматривая сельскохозяйственное растение как основной предмет труда в растениеводстве, следует иметь в виду его физический, моральный и биологический износ. Износ – это сложное понятие для живого объекта, подчиненного биологическим законам, один из которых связан с физиолого-биологическим пределом продуктивности, основанным на достижении генетиками и селекционерами определенного уровня. Дальнейший процесс повышения урожайности требует принципиально новых подходов и методов селекции.

Таблица 20

Статистическая характеристика урожайности
основных сельскохозяйственных культур, прошедших сортоиспытание
в период с 1985 по 1996 гг. и включенных в Государственный реестр

Культура	Статистические характеристики выборки					
	Стандартное отклонение, S		Среднее значение, X		Коэффициент вариации, $V\% = S / X$	
	При средней урожайности	При максимальной урожайности	При средней урожайности	При максимальной урожайности	При средней урожайности	При максимальной урожайности
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Рожь озимая	4,09	4,88	50,53	68,40	8,09	7,13
Пшеница озимая	5,74	5,36	51,17	76,04	11,13	7,05
Тритикале	3,33	9,06	52,64	79,22	6,33	11,44
Ячмень озимый	10,75	24,00	58,78	82,27	18,29	29,17
Ячмень яровой	5,31	9,23	52,26	69,93	10,58	13,20
Овес посевной	7,59	14,07	48,89	66,65	15,52	21,11
Кукуруза (зерно)	11,20	19,37	63,05	99,84	17,76	19,40
Гречиха культурная	3,91	1,51	14,27	25,90	27,40	5,83
Люпин узколистный	5,10	6,92	27,0	51,23	18,89	13,51
Горох посевной	6,64	7,05	30,78	48,1	21,57	14,66
Горох кормовой (пелюшка)	3,11	4,20	26,08	45,93	11,92	9,14
Лен-долгунец (льноволокно)	3,44	3,11	11,48	19,51	29,97	15,95
Свекла сахарная	39,92	61,34	488,81	632,70	8,17	9,69

1	2	3	4	5	6	7
Свекла кормовая	120,05	130,70	778,43	1021,64	15,42	12,79
Рапс яровой	8,16	3,87	17,70	27,05	46,11	14,30
Рапс озимый	2,82	5,97	21,43	34,97	13,16	17,07
Картофель	48,86	83,86	225,88	410,73	21,63	20,42
Капуста белокочанная	115,44	171,86	411,13	844,5	28,08	20,35
Лук репчатый	35,24	82,74	149,20	349,0	23,62	23,71
Морковь столовая	56,10	319,43	257,0	581,75	21,83	54,91
Свекла столовая	21,21	32,53	331,0	703,0	6,41	4,62
Яблоня домашняя	38,82	–	102,1	–	38,02	–
Груша обыкновенная	37,28	94,51	87,48	176,67	42,62	53,50
Земляника садовая	25,06	13,26	94,56	148,3	26,50	8,94
Смородина черная	35,37	53,75	73,38	108,54	48,20	49,52
Смородина красная и белая	33,67	62,25	82,14	130,64	41,0	47,65
Крыжовник культурный	22,94	11,88	70,0	88,8	32,77	13,37
Малина обыкновенная	22,39	14,07	73,20	78,95	30,59	17,82

Степень варьирования урожайности в зависимости от сорта не существенна по ряду культур: рожь озимая, пшеница озимая, тритикале, ячмень яровой, свекла сахарная. Представленные сорта равноценны по продуктивности (табл. 18). Более 63 % сортов и гибридов перечисленных культур белорусской селекции. Единобразие используемых методов и приемов селекции может быть признано основным фактором подобного положения вещей.

Не отмечено существенной разницы между сортами зарубежной секции. Это прослеживается на примере свеклы сахарной, где в качестве оригинатора сортов этой культуры выступают разные страны (Германия, Швеция, Дания, Бельгия, Италия, Беларусь), свекла столовая (Россия, Беларусь).

Подобная тенденция по зерновым культурам сохраняется и в период проведения сортоиспытания с 2005 по 2007 гг. При этом уже более 60 % сортов культур, представленных в табл. 21, равноценны по урожайности. Не исключение и период с 2018 по 2020 гг. Почти у 60 % видов сельскохозяйственных культур варьирование урожайности в зависимости от сорта несущественно.

Таблица 21

Статистическая характеристика урожайности основных сельскохозяйственных культур, прошедших сортоиспытание в период с 2005 по 2007 гг. и включенных в Государственный реестр

Культура	Статистические характеристики выборки					
	Стандартное отклонение, S		Среднее значение, X		Коэффициент вариации, $V\% = S/X$	
	При средней урожайности	При максимальной урожайности	При средней урожайности	При максимальной урожайности	При средней урожайности	При максимальной урожайности
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7
Пшеница озимая	5,16	6,74	76,2	110,65	6,77	6,09
Пшеница яровая	3,57	5,86	60,95	87,38	5,86	6,71
Рожь озимая	5,48	10,37	68,84	100,60	7,96	10,31
Тритикале озимая	4,60	5,85	77,88	105,80	5,91	5,53
Тритикале яровая	5,66	2,40	64,37	96,77	8,79	2,48
Ячмень озимый	0,64	11,53	72,85	10,55	0,88	11,24
Ячмень яровой	4,43	5,37	58,43	100,64	7,58	5,34
Овес посевной	13,90	11,68	48,78	85,85	28,50	13,61
Кукуруза (зерно)	5,38	16,36	112,81	154,95	4,77	10,56

1	2	3	4	5	6	7
Гречиха культурная	3,01	7,25	19,37	35,47	15,54	20,44
Рапс озимый	4,02	6,69	41,77	62,87	27,22	10,64
Рапс яровой	1,49	3,48	24,71	35,44	6,03	9,82
Лен-долгунец (льнотреста)	3,42	11,31	60,22	104,23	5,68	10,85
Картофель	30,01	58,07	372,00	610,64	8,07	9,51
Свекла кормовая	68,60	45,37	1043,75	1609,00	6,57	2,82
Свекла сахарная	30,37	66,53	756,55	986,00	4,00	6,74
Горох посевной	5,22	6,54	40,90	75,35	12,76	8,68
Горох полевой (пелюшка)	3,60	14,20	37,58	71,90	9,58	19,75
Вика посевная (яровая)	3,50	11,05	28,80	51,10	12,15	21,62
Люпин узколиственный	3,49	7,30	32,65	60,75	10,69	12,02
Капуста белокочанная	143,20	313,96	753,15	1177,13	19,0	26,67
Лук репчатый	44,59	103,99	306,05	489,84	14,56	21,23
Морковь столовая	90,51	121,92	66,48	874,05	13,61	13,95
Свекла столовая	64,13	162,46	722,33	1077,08	8,88	15,08
Яблоня домашняя	1,41	167,80	106,60	327,35	1,32	51,26
Слива домашняя	41,20	212,66	117,53	261,58	35,05	81,30
Земляника садовая	7,17	42,25	62,35	127,58	11,50	33,20
Крыжовник культурный	2,55	13,72	35,90	68,00	6,27	20,18
Смородина черная	6,65	6,08	96,50	119,00	6,89	5,11
Арония черноплодная	0,21	3,32	49,5	103,75	0,42	3,20

Статистическая характеристика урожайности
основных сельскохозяйственных культур, прошедших сортоиспытание
в период с 2018 по 2020 гг. и включенных в Государственный реестр

Культура	Статистические характеристики выборки					
	Стандартное отклонение, S		Среднее значение, X		Коэффициент вариации, V % = S / X	
	При средней урожайности	При максимальной урожайности	При средней урожайности	При максимальной урожайности	При средней урожайности	При максимальной урожайности
Пшеница озимая	5,00	11,79	63,17	120,00	7,92	9,83
Пшеница яровая	5,88	4,46	54,58	79,90	10,77	5,58
Рожь озимая	13,47	21,96	67,08	101,28	20,01	21,69
Тритикале	1,10	0,93	56,03	88,43	1,96	1,05
Ячмень	2,76	5,88	52,69	54,58	5,24	0,11
Кукуруза (зерно)	6,89	13,24	115,22	156,06	5,98	8,48
Рапс озимый	3,55	5,57	46,57	82,33	7,62	6,77
Рапс яровой	0,54	4,16	24,7	61,55	2,19	6,76
Свекла сахарная	17,21	46,71	611,50	813,42	2,81	5,74
Лен-долгунец (льнотреста)	2,09	–	54,15	–	3,86	–
Картофель	36,98	78,36	388,36	764,00	9,52	10,26
Капуста белокочанная	197,85	329,54	692,63	1032,38	28,57	31,90
Лук репчатый	83,94	140,91	383,33	568,33	21,90	24,79
Морковь столовая	70,15	80,07	557,91	795,18	12,57	10,01
Яблоня домашняя	11,37	20,11	61,58	122,08	18,47	16,47
Вишня обыкновенная	6,65	0	23,11	46,00	28,78	0
Малина обыкновенная	6,50	67,74	66,55	243,75	9,77	27,79

В этой связи утверждение о том, что доходность растениеводства неуклонно снижается по причине невысокого потенциала современных сортов и гибридов, вполне объективно. Традиционные методы создания гибридов и сортов с иным набором хромосом, отличным от родительских форм, в значительной степени исчерпали свой потенциал. Поэтому экономическая эффективность растениеводства в части использования высокопродуктивных сортов и гибридов будет зависеть от принципиально новых подходов, один из которых геновая инженерия.

Данное направление подвергается серьезной критике и нападкам со стороны неофобов. Тем не менее никем не доказано отрицательное влияние генно-модифицированных видов и сортов растений на здоровье и качество жизни человека.

В этой связи одним из направлений повышения эффективности растениеводства является пересмотр селекционных программ. Кроме того, глобальное изменение климата выступает в качестве стимулирующего жизненно-необходимого мотивационного импульса.

Селекционные программы будущего должны базироваться на сочетании в генотипе количественных и качественных признаков. Это позволит повысить питательную ценность сельскохозяйственных культур и снизить тем самым количество производимой и потребляемой продукции более низкого качества.

Зачастую достаточно сложно в производственных условиях провести границу, где кончается эффект от перспективного сорта и начинается эффект от применения современных технологий. Поскольку эти два фактора действуют совместно, долю прибавки урожая от каждого из них в масштабах аграрного производства определить не представляется возможным, однако эффект от их совместного действия неоспорим (табл. 23).

Существенное изменение урожайности сельскохозяйственных культур отмечено в период после 2005 г.

В период быстрых климатических изменений пересмотр селекционных программ предполагает разработку моделей сорта. Модель планируемого сорта или гибрида заданного экотипа – стартовый момент в сложной, длительной и достаточно затратной цепи селекционного процесса. Она должна включать в себя: четкое представление о параметрах сорта (гибрида); расчеты возможной эффективности и сроки окупаемости затрат; научное знание

о степени реагирования фенотипического, биологического и генотипического реагирования представителей различных групп спелости на смену факторов, лежащих в основе продуктивности растений.

Таблица 23

Урожайность основных сельскохозяйственных культур
(в хозяйствах всех категорий) за период 1985–2020 гг., ц/га

Культуры	Год							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Зерновые и зернобобовые, в том числе:	20,6	27,2	21,1	19,4	28,1	27,7	36,5	35,0
рожь	18,2	29,1	22,4	19,0	21,8	21,4	30,1	29,2
пшеница	20,5	27,5	25,1	21,6	32,8	28,3	39,6	39,4
тритикале	–	–	29,9	31,6	31,3	28,8	37,9	33,1
ячмень	25,9	28,7	20,0	19,0	30,7	28,9	37,0	33,5
овес	20,7	23,2	19,8	17,7	26,6	24,7	32,6	28,8
гречиха	3,4	6,4	8,1	8,7	10,2	7,3	9,0	10,3
кукуруза на зерно	–	35,4	27,0	23,3	40,0	49,3	43,6	50,4
зернобобовые	13,5	16,4	16,4	15,1	21,9	20,5	30,2	27,3
из них: горох	14,6	17,2	17,4	16,3	23,4	22,1	29,0	26,8
Льноволокно	4,2	4,6	6,2	4,8	7,0	7,7	10,1	10,2
Сахарная свекла	267,0	321,0	218,0	292,0	316,0	395,0	330,0	482,0
Рапс	4,4	14,4	6,5	7,1	12,3	12,2	15,7	20,6
Картофель	149,0	138,0	132,0	134,0	177,0	214,0	194,0	206,0
Овощи	177,0	188,0	135,0	134,0	208,0	247,0	245,0	277,0
Плодовые и ягодные, всего	58,8	31,9	33,1	32,9	41,6	86,3	64,2	97,4
в том числе: семечковые	62,8	31,0	35,2	34,5	38,2	88,2	64,7	106,1
косточковые	26,2	29,6	20,2	30,0	54,3	90,1	40,3	52,4
ягодные	66,4	57,8	35,0	21,8	49,6	68,2	93,2	108,9

В условиях быстрых климатических изменений, отмеченных и в Беларуси, представляют значительный интерес сорта и гибриды интенсивного типа (максимально использующие биоклиматический потенциал территории и материально-технический ресурс) и полуинтенсивного типа (с максимальной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, часто повторяющимся на данной территории).

Основная цель модели сорта (гибрида) – оптимизация селекционного процесса за счет сокращения затрат на подбор исходного материала, гибридизацию и оценку перспективных генотипов.

Диверсификация сельского хозяйства на пути достижения его устойчивого развития и укрепления продовольственной безопасности в условиях экологической и климатической нестабильности должна включать в себя следующие меры:

- содействие обмену всеми видами опыта;
- совершенствование существующих и разработка принципиально новых моделей оценки влияния климата на аграрное производство и влияние аграрного производства на экологию;
 - обмен знаниями в мировом масштабе;
 - разработку стратегии землепользования применительно к конкретной зоне;
 - повышение степени активности гражданского общества в обсуждении проблемы и роли социума в повышении эффективности аграрного производства в условиях глобальной климатической и экологической нестабильности;
 - предоставление доступа к генетическим ресурсам и информации;
 - качественное наращивание международного сотрудничества;
 - совершенствование научного сопровождения производственного цикла;
 - внедрение инноваций в системы адаптивного земледелия в условиях климатической и экологической нестабильности;
 - совершенствование земельной реформы;
 - соблюдение принципов агроэкологии;
 - внедрение в производство более продуктивных видов, максимально эффективно использующих биоклиматический потенциал территории;

- совершенствование севооборотов;
- пересмотр селекционных программ с включением в них биотехнологических методов;
- совершенствование системы защиты растений и внесения удобрений на принципах экологизации и с учетом появления инвазивных видов;
- совершенствование организации труда и производства;
- разработка и применение стимулирующих форм оплаты труда;
- развитие и модернизация инфраструктуры сельских территорий.

4.2. Формирование экономически устойчивых агроценозов

На протяжении всей своей деятельности, связанной с земледелием, человек стремился создать устойчивые сообщества культивируемых растений, позволяющих получать стабильные урожаи из года в год. Проблема устойчивости агроценозов не утратила своей актуальности и в настоящее время. А в условиях глобального изменения климата она приобретает новые оттенки.

Формирование экономически устойчивых агроценозов – процесс сложный и ответственный, базирующийся на знаниях в области агрономии и экономики. Этот процесс представляет собой комплекс взаимосвязанных и объединенных в логическую последовательность мероприятий, основная цель которых получение максимального эффекта с минимальными затратами труда и средств. Все начинается с постановки задач и планирования мероприятий по их реализации.

Для их реализации необходимо программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Программирование урожайности представляет собой совокупность агробиологических, технологических и организационно-экономических действий, своевременная реализация которых обеспечит урожайность, близкую к теоретической, с высоким экономическим эффектом. Программирование по своей сути является основой планирования производства в растениеводстве. В научной практике растениеводства программирование известно со второй половины прошлого столетия, но на практике широкого распространения не получило. Вероятнее всего, эта научная концепция несколько опережала развитие материально-технической базы сельского хозяйства и только с развитием принципиально новых

технологий (точное земледелие) она приобрела и практическую значимость.

Изложенные в прошлом столетии методы расчета просты, доступны и с учетом незначительной модернизации могут использоваться в практике современного растениеводства.

Климатические факторы, влияющие на формирование устойчивого агроценоза, лежат в основе научного программирования урожая сельскохозяйственных культур, которое базируется на использовании нескольких правил.

Первое правило – прогнозирование урожайности по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР) ($Y_{\text{ФАР}}$). Это один из важнейших показателей. Повышение использования ФАР до 2 % (в настоящее время используется 1 %) позволит обеспечить продовольствием 25–30 млрд человек. Это одна из важнейших социально-экономических задач в аграрном секторе экономики. По мнению специалистов, такого результата можно достичь за счет создания сортов, гибридов нового поколения и внедрения в производство принципиально новых технологий.

Второе правило – прогнозирование урожайности по гидротермическому показателю ($Y_{\text{ГТП}}$).

Третье правило – прогнозирование урожайности по влагообеспеченности посевов ($Y_{\text{В}}$).

Четвертое правило – прогнозирование урожайности по фотосинтетическому потенциалу посевов ($Y_{\text{ФСП}}$). Фотосинтетический потенциал растений возможно регулировать за счет элементов технологии, включающих в себя: подбор культур, подбор сортов и гибридов, оптимальные сроки посева, оптимальная густота стояния растений, оптимальные сроки ухода за растениями. Подобные мероприятия – это элементарное соблюдение технологий и научно обоснованное проектирование трудового процесса. Как правило, они приводят к повышению эффективности производства без существенных затрат.

Пятое правило – прогнозирование урожая по эффективному плодородию почвы ($Y_{\text{ПП}}$).

Шестое правило – прогнозирование урожая за счет вносимых минеральных и органических удобрений ($Y_{\text{NPK} + \text{Oy}}$).

Седьмое правило – прогнозирование урожайности за счет сорта (гибрида) ($Y_{\text{С}}$). За основу можно взять данные о средней урожайности, полученной в системе государственного сортоиспытания.

В качестве контрольных цифр целесообразно использовать данные максимальной урожайности сортов и гибридов испытываемых культур.

Потенциальную урожайность можно рассчитать по формуле

$$Y_{II} = (Y_{\text{ФАР}} + Y_{\text{ГТП}} + Y_{\text{В}} + Y_{\text{ФСП}} + Y_{\text{ПП}} + Y_{\text{С}} + Y_{\text{НРК} + O_y}) K$$

где K – корректирующий коэффициент, учитывающий разницу между потенциальной и действительно возможной урожайностью (0,4–0,5).

При подстановке в предлагаемую формулу данных климатического контента в полученном результате уже закреплены параметры, связанные с климатическими изменениями, отраженными в приведенной формуле.

Теоретическая основа урожайности, сконцентрированная в ее программировании, зависит не только от климатических параметров местности. Прибавка урожая за счет моделирования технологических процессов, организационных мероприятий и управления ими один из резервов повышения продуктивности агроценоза (рис. 14).



Рис. 14. Концептуальная модель урожайности

Совокупный объем сельскохозяйственной продукции зависит от площади посева (посадки) и урожайности сельскохозяйственных культур (рис. 15).

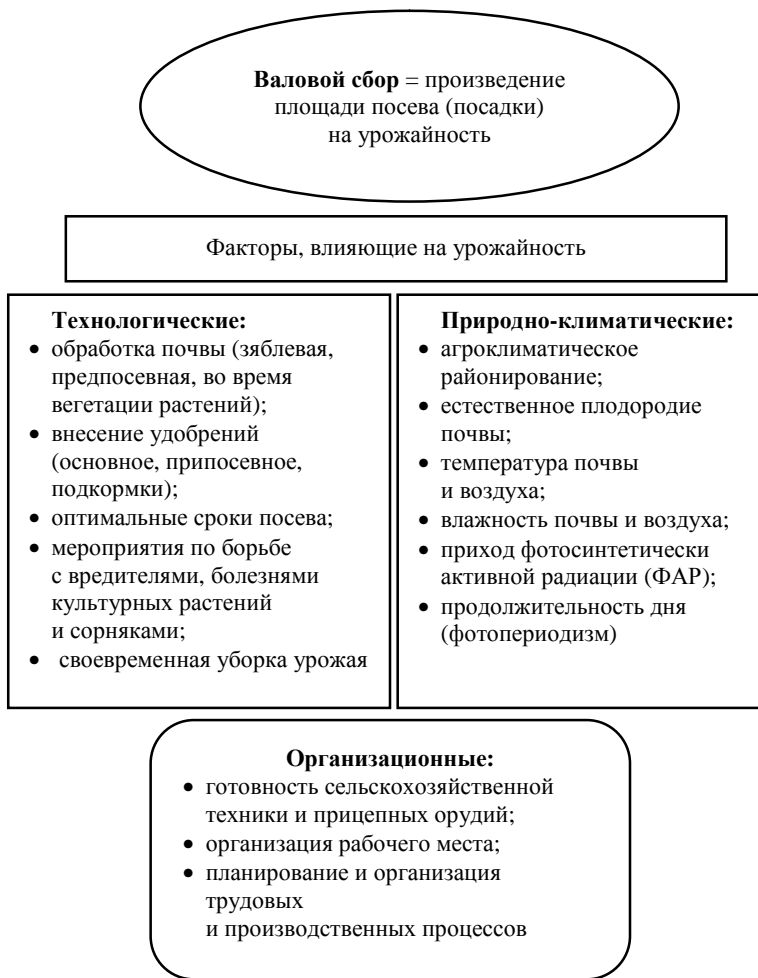


Рис. 15. Эмпирическая модель результативности растениеводства

Конечный натуральный показатель экономической деятельности растениеводства всегда находится в прямой корреляционной зависимости от урожайности, чего нельзя сказать об увеличении площади посева (посадки), которое ведет к росту затрат и снижению экономической эффективности растениеводческого направления деятельности.

Прибавка урожая за счет моделирования технологических процессов, организационных мероприятий и управления ими – один из резервов повышения продуктивности агроценоза.

Урожайность как основополагающая детерминанта в структуре производства продукции растениеводства зависит от ряда факторов, имеющих природную и климатическую основу. Большинство из них труднорегулируемые, и тем не менее современное аграрное производство базируется на практическом опыте и научных достижениях, позволяющих повысить эффективность растениеводства.

В настоящее время в мире используется 50 % пригодных для жизни земель. Без постоянного увеличения урожайности культур, признанных стратегическими (зерновые), этот показатель был бы на уровне 62 %.

Скорее всего, вовлечение в хозяйственную деятельность новых территорий осуществлялось бы за счет плодородных лесных земель, освобожденных после вырубki лесных массивов, что приведет к потере одной трети мировых лесов. Это ведет не только к потере биоразнообразия, но и к дальнейшему изменению климата, последствия которого еще до конца не ясны [96, 97].

Природно-климатические факторы по степени влияния на конечный результат растениеводческой деятельности следует отнести к факторам первого порядка, поскольку без них сложно себе представить аграрное производство. Кроме этого, они относятся и к труднорегулируемым. Однако благодаря своей относительной константности выступают гарантом устойчивого сельскохозяйственного производства, несмотря на то что все они характеризуются разной степенью риска. Риски, вызванные их негативным влиянием, достаточно редко приводят к катастрофе природно-климатического характера, влекущей за собой серьезные продовольственные последствия (по крайней мере, в нашей агроклиматической зоне).

Последствия таких рисков могут быть незначительными либо существенно снижать урожайность одной или нескольких видов сельскохозяйственных культур, не затрагивая весь аграрный сектор экономики.

При формировании высокопродуктивных агроценозов и при достаточном разнообразии сортов, первоочередное внимание следует уделять адаптивным технологиям, позволяющим внедренному

в производство сорту реализовать свои потенциальные возможности в определенной агроклиматической зоне.

Что касается удобрений, то в формировании устойчивых агроценозов им принадлежит существенная роль. В то же время в условиях изменения климата активизируется почвенная микрофлора и от ее количества урожайность зависит в большей степени, чем от внесенных удобрений. Однако это может быть временным.

При планировании экономически устойчивых агроценозов целесообразно определить: стоимость валовой продукции (СВП), условный чистый доход (УЧД), окупаемость затрат (ОЗ) и дифференциальный доход (ДД) с учетом плодородия почвы и кадастровой стоимости земель:

$$\text{СВП} = (Y \cdot Ц) S, \quad (1)$$

где Y – урожайность с учетом почвенного плодородия, ц/га;

$Ц$ – кадастровая цена земли согласно реестру стоимости земель, земельных участков государственного земельного кадастра, р.;

S – посевная площадь, га.

$$\text{УЧД} = \text{СВП} - \text{ПЗ}, \quad (2)$$

где ПЗ – прямые затраты труда, р.

$$\text{ОЗ} = \frac{\text{СВП}}{\text{ПЗ}}. \quad (3)$$

$$\text{ДД} = \text{СВП} \cdot d, \quad (4)$$

где d – доля стоимости дополнительной продукции в стоимости валовой продукции:

$$d = \frac{0,3 - 1,35}{0,3}, \quad (5)$$

где 1,35 – коэффициент, обеспечивающий расширенное воспроизводство.

Технологические и организационно-экономические мероприятия, влияющие на урожайность, должны строиться на принципах оптимального сочетания факторов, обеспечивающих максимальную эффективность агроценоза.

За долгие годы развития социума человек научился регулировать природно-климатические факторы посредством планирования и организации экономически эффективных агроценозов.

Алгоритм формирования экономически устойчивого агроценоза должен состоять как минимум из четырех основных блоков: определение зоны и района возделывания сельскохозяйственных культур, их сортов и гибридов с учетом агроклиматического районирования, планирование урожайности на основе ее программирования, определение поля и места в севообороте, корректировка общепринятой технологии в соответствии с конкретными производственными и организационно-экономическими условиями либо выбор новой с проектированием методов и приемов организации производства (рис. 16).

Для растениеводства открытого грунта более перспективны подвижные модели, предусматривающие ситуационные коррективы, зависящие от факторов климатического характера. Целостность динамической модели поддерживается за счет объединения в единое целое ее структурных элементов, базирующихся на трудовом процессе и соответствующих ему трудовых операциях, привязанных к физиологическому состоянию представителей агроценоза.

Отправным моментом в создании экономически устойчивого агроценоза является посев. Растительный объект преобразуется сначала за счет питательных веществ семени, а затем под воздействием внешних факторов (вода, освещенность, температура, питательная среда, технология, комплекс организационных мероприятий).

Основной предмет труда в растениеводстве – растение – в начальный период жизни (ювенильный) вступает в так называемую самостоятельную жизнь еще нереализованным приспособительным аппаратом. Формирование этого аппарата во многом зависит от перечисленных выше условий.



Рис. 16. Алгоритм формирования экономически устойчивого агроценоза

В этой связи оптимальный срок посева – это тот стартовый толчок, от которого во многом зависит результативность растениеводства, что подтверждается научными фактами. Это особенно актуально для культур, признанных в Республике Беларусь перспективными.

Еще советский ученый Реймерс Ф. Э. писал: «Опыты показали, что в пострадавших от заморозков листьях кукурузы накапливается аммиак, который распространяется по всему растению и отравляет его. Если же пораженные листья скосить, то вместе с ними удаляется накопившийся в них аммиак. Он не поступает к точкам роста растений, и при наступлении тепла не отравленные клетки начинают нормально делиться... С физиологической и биологической точек зрения задача спасения урожая решена. Но она не решена технологически» [98, с. 172].

Такого рода изменения под воздействием неблагоприятных условий характерны для многих сельскохозяйственных растений. Задача ученых и практиков максимально уменьшить риски, продиктованные погодой. Технологическим решением проблемы и одним из путей минимизации потерь от весенних заморозков и других неблагоприятных условий является организация посева в оптимальные сроки.

Установленные еще в 70-е гг. прошлого столетия оптимальные сроки посева сельскохозяйственных культур утратили свою актуальность, и с учетом изменившихся условий белорусские ученые проводят исследования по их корректировке.

Так, по причине потепления специалисты института земледелия утверждают, что начало оптимальных сроков сева озимых зерновых культур сместилось на более поздний период: в Гомельской области – на 4, в Минской и Брестской – на 6, в Гродненской – на 8, в Витебской и Могилевской – на 10 суток (табл. 24).

Сроки окончания сева в республике изменились в меньшей степени, чем сроки его начала. Вариация погодно-климатических условий на территории республики ведет и к изменению сроков посева. Имеющее место потепление способствует удлинению периода сева [99].

Достаточно сложно выбрать оптимальный срок посева, поскольку степень оптимальности весьма сложный показатель применительно к сельскохозяйственным культурам, а в условиях нестабильного климата определить его еще сложнее.

Оптимальные сроки посева озимых зерновых в период с 1996 по 2011 гг.

Область	Культура		
	Озимая пшеница	Озимая тритикале	Озимая рожь
Брестская	11.09–28.09	14.09–29.09	17.09–02.10
Витебская	05.09–19.09	08.09–22.09	10.09–24.09
Гомельская	09.09–23.09	12.09–28.09	14.09–29.09
Гродненская	08.09–23.09	10.09–27.09	12.09–29.09
Минская	06.09–22.09	08.09–26.09	13.09–28.09
Могилевская	05.09–21.09	06.09–22.09	09.09–25.09

Достаточно сложно подобрать оптимальный календарный срок посева (посадки), поскольку эффективность выбора оптимального срока посева (посадки) будет корректироваться в процессе роста и развития растений жизненно важными факторами (ФАР, температура, водный режим, питательный режим, агротехника, организация труда). На заключительном этапе производства (сбор урожая) трудно оценить, какой из факторов оказал большее влияние на формирование урожайности и насколько правильно при этом был выбран оптимальный срок посева (посадки).

Выбор оптимального срока посева должен учитывать особенности климатической зоны и непрерывность производственного цикла. Если представить себе весь производственный цикл получения урожайности той или иной культуры в виде цепи взаимосвязанных звеньев (трудовые операции), то по теории «слабого звена в цепи» ее надежность определяется слабым звеном. Задача технолога, определив это слабое звено, выбрать оптимальный срок посева. Так, в Ветковском районе Гомельской области на супесчаные почвы к посадке картофеля, по крайней мере в хозяйствах населения, приступают в очень ранние сроки, когда почва не прогрелась до оптимальных показателей, поскольку в данной зоне слабым звеном является наличие влаги в почве.

Достаточно проблематичен срок посева озимых зерновых и рапса. С учетом увеличения продолжительности безморозного периода и смещения сроков наступления зимы и весны выбор оптимальных сроков посева, обеспечивающих максимальный эффект, весьма важен.

Есть предположение, что установление оптимальных сроков сева озимых зерновых требует дальнейшей корректировки с учетом современного агроклиматического зонирования территории Республики Беларусь, климатических и микроклиматических особенностей внутри них. Параметрами подобной корректировки могут выступать как почвенное плодородие, так и механический состав почвы. Подобная точка зрения вполне уместна и для других сельскохозяйственных культур, возделываемых в Беларуси.

Кроме того, для выбора оптимального срока посева весьма целесообразно разбить установленные агроклиматические зоны на подзоны с учетом пространственного охвата территории имеющимися в республике метеостанциями.

Научно-практический интерес представляет предлагаемый нами опытно-статистический метод определения оптимального срока посева (посадки) сельскохозяйственных культур в условиях быстрого изменения климата. Алгоритм данного метода включает 3 основные задачи: подготовка информации, преобразование информации и запись ее в матрицу, поиск оптимального решения.

В данном методе используются два вида информации. Первый вид предполагает деление жизненного цикла растений (от прорастания семян до естественной смерти) на этапы. В каждом из этих этапов указываются требования растительных объектов к условиям, необходимым для успешного их прохождения, завершения и перехода к следующему этапу (освещенность, влажность, температура). За основу могут быть приняты труды Ф. М. Куперман, посвященные морфофизиологии сельскохозяйственных растений.

Второй вид содержит ежедневные данные климатического характера в границах периода вегетации. Для большей достоверности эти данные должны быть приведены по всем метеорологическим станциям, действующим в условиях Республики Беларусь. Кроме того, учитывая определенный цикл климатических изменений (чередование зимнего и летнего потепления), следует привести среднеквадратическое их отклонение, взяв за основу информацию за последние 13 лет.

По полученным результатам составляют 2 матрицы. Матрица 1 включает первый вид информации, а матрица 2, соответственно, – второй.

Поиск оптимальных решений строится на результатах экспертных оценок, поскольку описание цели достаточно сложно перевести

на язык математики. Графическая интерполяция по принципу палетки с нанесенными на нее данными позволит подобрать оптимальный срок посева (посадки) сельскохозяйственной культуры в зонах информационного охвата республиканских метеостанций.

Таким образом, при совпадении научно-обоснованных параметров морфофизиологического характера (матрица 1) с расчетными климатическими данными (матрица 2) на 80 % можно считать оптимальным сроком, на 70 % – экономически возможным, менее чем на 70 % – вынужденным.

Учитывая особенности климатических изменений, приведенные проценты – это не показатель по каждому из жизненных этапов в отдельности, а усредненное значение за весь период вегетации.

Самой сложной проблемой современного изменения климата является не столько сам факт его изменения, сколько его скоротечность. Именно скорость климатических изменений ставит массу трудно решаемых задач.

Весьма трудно принять решение и предложить оптимальные методы совершенствования аграрного сектора, т. к. нам неизвестно, как долго будет происходить подобное климатическое изменение и каковы его последствия для нынешнего и будущих поколений.

Комплекс мероприятий, направленных на стабилизацию и совершенствование аграрного производства должен быть прагматичным, экономичным, с перспективой на будущее. Подобные подходы как нельзя лучше сочетаются в понятии «пруденциальное земледелие».

Пруденциальное земледелие можно рассматривать как эффективное земледелие в период внешней нестабильности. Концепция пруденциального земледелия позволяет выработать эффективные и щадящие подходы модернизации земледелия с учетом плавных переходов от одной позиции к другой, взаимоисключая либо дополняя основные принципы, внедряя их в практику.

Принципы пруденциального земледелия (рис. 17) базируются на элементах, отражающих особенности различных систем земледелия, обеспечивающих устойчивое развитие и формирующих основу продовольственной безопасности региона и мира в целом. Следует отметить следующее:

1. Создание экономически устойчивых агроценозов целесообразно базировать на современных достижениях науки и практики.

2. Планирование и перенос в натуру программы формирования устойчивых агроценозов в условиях климатических изменений задача весьма сложная по причине наличия ряда неизвестных, встроенных в климатическую составляющую, характеризующуюся непостоянством событий. Требуется системного и научно обоснованного подхода.

3. Постановке цели и задач для ее достижения должны предшествовать многофакторные исследования, позволяющие определить степень влияния климатического фактора и его последствий на эффективное функционирование предложенных методов хозяйствования. Сложность подобного рода исследований заключается в многократной их повторяемости в пространстве и времени на фоне эволюции климата.

4. Без знаний о последствиях, вызванных климатическими изменениями, невозможно вести сельскохозяйственное производство на планете, подверженной в нашу эпоху как внешнему, так и внутреннему влиянию. Климатические изменения – это не иллюзия случайных событий, а объективная реальность, создающая препятствия сельскохозяйственной деятельности. От изученности проблемы зависит мировое сельское хозяйство, экономика и политическая стабильность.

5. Основным препятствием на пути реализации намеченных программ выступает недостаточная изученность как отрицательных, так и положительных моментов глобального изменения климата на продуктивность растений и эффективность их культивирования.

6. Формирование посевов исходя из принципов экономической эффективности – основа стабильности аграрного сектора экономики и продовольственной безопасности в эпоху нестабильности.

7. Формирование и поддержание устойчивости агроценоза – процесс поточный, ограниченный пространством и временем, в основе которого биолого-технологическая составляющая. От правильности выбора модели организации агроценоза зависит его результативность. В условиях климатических изменений прежде применяемые модели требуют серьезной корректировки. Степень этой корректировки зависит от понимания того, что происходит.

8. Пруденциальное земледелие носит прагматичный характер, позволяет удерживать равновесие в существующей многокомпонентной системе земледелия, основанной на сочетании этих компонентов между собой и окружающей средой, особенно в период климатической нестабильности.



Рис. 17. Основные принципы пруденциального земледелия

5. АДАПТАЦИЯ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА К УСЛОВИЯМ, ВЫЗВАННЫМ ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ

5.1. Концепция адаптации

Человек за время своего существования на планете научился приспосабливаться то к ледниковому периоду, то к потеплению, выработав для каждого из этих переходных периодов определенную стратегию адаптации. Вероятнее всего, на первых этапах она носила чисто интуитивный характер, а с развитием социума приобрела научные черты, соответствующие материально-техническому состоянию общества.

Процесс адаптации основных участников производственного процесса может идти независимо от нашего сознания и цель такой адаптации выжить в новых, изменяющихся условиях внешней среды. Такой путь приспособления с позиции производственной деятельности можно назвать пассивным. Дальнейшее развитие отрасли невозможно без активного вмешательства, направленного на повышение эффективности и устойчивости производства.

Проблемы в аграрном секторе экономики, повлекшие за собой особую заинтересованность вопросом его устойчивого развития, возникли не вчера и не только на территории постсоветского пространства. Постепенно и незаметно труд на земле во всем мире стал восприниматься как непрестижный.

На фоне развития человеческого общества и связанного с ним информационного прогресса IT-технологии не спешили в аграрный сектор экономики. Это отмечают специалисты данной области научных знаний [100, 101].

Уже сейчас наша планета испытывает на себе глобальные климатические изменения. Достаточно резко растет температурный фон, происходит смещение сезонов. Скорость изменения климата требует неотложных мер адекватного реагирования. Чем дольше мы будем пребывать в размышлениях, тем катастрофичнее для нас будут последствия этих изменений.

Адаптация к изменению климата – сложный механизм сохранения и преобразования природных, социальных и экономических систем к новым реалиям. В целях снижения возможных рисков

от меняющихся и непредсказуемых климатических изменений для каждого конкретного условия следует разработать комплекс наиболее приемлемых адаптационных мероприятий.

Отдельно взятым государствам необходимо разработать и внедрить в практику алгоритм адаптации в целях оперативного принятия мер на уже существующие и ожидаемые климатические вызовы [102].

Универсальных подходов быть не может. В основе эффективной адаптации должен лежать профессиональный подход с умением правильно использовать полученные знания. Кросс-секторальные мероприятия, особенно в условиях растениеводства, где сложно определить, когда заканчивается агрономия и начинается экономика можно расценить как наиболее эффективный прием адаптации.

Международные общественные организации признают, что процесс адаптации представляет собой широкомасштабную задачу, касающуюся человека на местном, региональном, национальном, субнациональном и международном уровнях [102].

Адаптация долгосрочный и ключевой путь реагирования на климатические изменения в данный момент и на перспективу для устойчивого развития в стабильной и жизнеспособной экосистеме. Национальные инициативы представляют собой основу открытого пути реагирования на проблему с учетом национальных, гендерных и социальных особенностей населения (рис. 18).



Рис. 18. Цикл адаптации в условиях климатической нестабильности (концепция ООН)

Оценка результатов, факторов уязвимости и рисков

На данном этапе проводится первичная оценка степени воздействия изменения климата на природные системы (например, какой негативный эффект оказывает ограничение доступа к воде на сельское хозяйство и продовольственную безопасность), а также общество (в какой мере рост температуры стимулирует распространение болезней, зависящих от климатических условий и т. п.).

Планирование мер по адаптации

Планирование мер по адаптации включает разработку необходимых мер по адаптации и их оценку, а также изучение требуемых затрат и потенциальных преимуществ. Это необходимо для выбора лучшего из имеющихся вариантов. Проведение всестороннего планирования призвано предотвратить дублирование мер, их неполную реализацию, а также содействовать устойчивому развитию.

Реализация мер по адаптации

Реализация мер по адаптации осуществляется на различных уровнях, в том числе национальном, региональном и местном. При этом используются разные средства, такие как выполнение проектов, профильных программ или стратегий. Речь здесь может идти как об отдельных мерах, так и о комплексных подходах, учитываемых в стратегических решениях и планах по устойчивому развитию.

Проведение мониторинга и оценка мер по адаптации

Эти шаги предпринимаются в течение всего процесса адаптации. Получаемые при этом знания, информация и опыт могут использоваться для обеспечения успеха от реализации мер по адаптации в дальнейшем. В ходе мониторинга ведется учет прогресса в осуществлении мер. Оценка же служит изучению эффективности проводимых действий.

5.2. Приемы адаптации земледелия как основной фактор устойчивого развития аграрной экономики в условиях климатических изменений

Адаптационное земледелие в условиях климатических изменений строится на использовании системы знаний, реализуемых

в производственной деятельности с использованием биоклиматического потенциала территории и комплекса агропромов, направленных на получение экономически, социально и экологически обоснованного количества.

В рамках адаптационного земледелия предлагается решение совокупности взаимосвязанных задач:

1. После установления тесноты связи между урожайностью и основными факторами климатического характера (температура, влажность, освещенность) необходимо уточнить зоны, оптимальные для возделывания традиционных и интродуцируемых культур с учетом климатических изменений. При этом большой интерес представляет действие этих климатических изменений на растительные объекты в определенный период их жизненного цикла. Для установления подобной тесноты связи можно использовать общий коэффициент корреляции:

$$r = \sqrt{\frac{r^2_{xy} + r^2_{zy} - 2r_{xy} \cdot r_{zy} \cdot r_{xz}}{1 - r^2_{xz}}},$$

где x , y , z – вариационные ряды факторов климатического характера (температура, влажность, освещенность);

r_{xy} , r_{zy} , r_{xz} – корреляционная зависимость между двумя параметрами: x – y , z – y , x – z .

Задача содержит ряд неизвестных климатического характера, характеризующихся непостоянством событий. Зачастую постановка цели и задач напрямую связана с закладкой и проведением многофакторных стационарных опытов, характеризующихся многократной повторяемостью в пространстве и времени.

2. Проведение исследований по разработке универсальных моделей определения биоклиматического потенциала отдельно взятых регионов и территорий.

В промышленном растениеводстве агроклиматический ресурс используется лишь отчасти. Это связано с наличием достаточно ортодоксальных сведений о биоклиматическом потенциале территории. Началом утраты более или менее точных сведений об агроклиматическом потенциале территории стало изменение климата.

Такое положение недопустимо и отстает от фактического развития научно-технического прогресса. Существующие модели определения биоклиматического потенциала территории некоторыми исследователями классифицируются как паразитические и для успешного ведения сельскохозяйственного производства их предлагают заменить экономически эффективными [103].

Большой вклад в изучение данной проблемы вносят и белорусские ученые. Так, Ю. А. Дмитриенкова в своих исследованиях 20-летней давности установила 6 зон устойчивости и отметила, что Беларусь относится к зоне: более устойчивых урожаев озимой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы; устойчивых урожаев озимой ржи, ярового ячменя, овса, льна-долгунца; относительно неустойчивых урожаев кукурузы на зеленую массу [104].

Обновить знания о климате и биоклиматическом потенциале зон промышленного возделывания сельскохозяйственных культур, избавившись от метаморфоз и аллегорий, сделав реальные шаги на пути к стабилизации и устойчивости аграрного сектора – первостепенная задача в реализации целей адаптационного земледелия.

3. Планирование и проведение исследований по корректировке: сроков проведения агроприемов по возделыванию сельскохозяйственных культур; сроков внесения и доз удобрений под программируемый урожай.

4. Совершенствование методики расчета окупаемости удобрений в условиях климатических изменений.

5. Совершенствование приемов повышения эффективного плодородия почв с учетом климатических изменений. Этому должны предшествовать широкомасштабные исследования, позволяющие ответить на насущные вопросы, сформулированные текущими изменениями.

6. Пересмотр селекционных программ с использованием локусов количественных признаков для закрепления в генотипе устойчивости к низким и высоким температурам. Такой подход имеет не только биологический, но и экономический эффект, отраженный в стабильной урожайности.

Устойчивость к абиотическому стрессу трудно закрепляется на генетическом уровне. Чаще всего полученные хорошие результаты по адаптационной стабильности на разных фонах теплообеспечения и сопутствующих факторов (освещенность, режим питания, влажность, фотосинтез, транспирация) снижают адаптационный

эффект или вовсе утрачивают его даже при кажущихся идентичных условиях внешней среды [105].

Решение задачи возможно благодаря созданию сортов и гибридов отдельных культур позднего и ультрапозднего сроков созревания с целью более эффективного использования биоклиматического потенциала территории республики в условиях глобального потепления и смещения сезонов.

В начале селекционной деятельности следует прогнозировать расходы на создание новых сортов и гибридов, а также определить сроки и условия окупаемости.

Сложность экономической оценки результатов селекции связана с многофункциональностью самого процесса труда и трудоемкостью методов учета всех видов затрат, которые варьируют и зависят от культуры, методов и приемов работы, профессиональной подготовки кадров, материально-технической оснащенности, уровня развития сельского хозяйства в стране. В последнее время в селекционные программы существенные коррективы вносят климатические изменения.

Следует отметить, что сорт (гибрид) – это сложная экономическая категория. Суммарные затраты E на селекционную работу и комплекс мероприятий, связанных с их внедрением в производство, можно представить в виде следующей формулы:

$$E = S + VT + SP + I,$$

где S – затраты на селекционный процесс;

VT – затраты на государственное сортоиспытание и включение в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений;

SP – затраты на семеноводство;

I – затраты на внедрение новых сортов и гибридов в производство.

Для объективности расчета в затраты на селекционную работу, кроме объема финансирования на НИР и стоимости работ, предусмотренных методикой проведения селекционного процесса, следует включить и стоимость подготовки кадров, занятых в селекционном процессе.

Учитывая особенности сельскохозяйственного производства и связанные с ними поступления денежных средств от внедрения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, срок окупаемости затрат можно рассчитать прямым подсчетом лет, необходимых для возмещения понесенных затрат. Суммарный денежный поток равен

$$\text{СДП} = \sum_{t=1}^t (\text{ЧДП}_t \cdot K_t),$$

где ЧДП – чистый денежный поток;
K – коэффициент дисконтирования.

При уменьшении основных показателей (урожайность, рентабельность производства, посевные площади) срок окупаемости увеличивается.

На экономическую результативность селекционного процесса оказывает влияние отрезок времени, отражающий срок эффективного жизненного цикла сорта или гибрида. Для расчета этого периода можно воспользоваться следующей формулой:

$$D = \frac{\sum (t \cdot PV_t)}{\sum PV_t},$$

где PV_t – текущая стоимость доходов за период с начала и до окончания срока жизненного цикла;

t – срок жизненного цикла сорта, гибрида.

В основе пересмотра селекционных программ должны лежать:

- 1) оценка и подбор наиболее эффективных современных методов селекции;
- 2) привлечение к селекционной работе только высококвалифицированных специалистов, имеющих практический опыт работы в этой сфере деятельности;
- 3) развитие материальной базы и международного сотрудничества;

4) планирование затрат по годам;
5) прогнозирование доходов после внедрения нового сорта, гибрида в производство.

7. Корректировка и совершенствование методик подбора сортов и гибридов, максимально эффективно реализующих свой биологический потенциал, на базе биоклиматических особенностей и резервов территории.

8. Создание и регулярное обновление ДНК-библиотеки для определения неспецифических для данной зоны насекомых с целью разработки эффективных мер борьбы с ними. При этом за основу следует принять митохондриальную ДНК, обладающую более выраженной видовой принадлежностью. Целесообразно использовать митохондриальные гены в качестве основного инструмента при проведении идентификации вредных объектов. Создание подобной библиотеки и использование предлагаемых методов значительно повысит эффективность определения инвазивных видов насекомых и сократит затраты на разработку и внедрение в производство разработанных приемов борьбы с ними.

Значительный интерес представляет разработка методики молекулярной диагностики в целях выявления ранее неизвестных вредных объектов и последующей разработки комплекса мероприятий по борьбе с ними.

9. Корректировка контурности полей с учетом принципов сочетания социальной, экологической и экономической эффективности и разработка принципов организации пространства с учетом особенностей конкретной территории, обеспечивающих максимально эффективное использование трудовых и материальных ресурсов.

10. Пространственная дифференциация производства с учетом изменившихся и постоянно меняющихся социально-политических и эколого-климатических условий. В первую очередь следует повысить эффективность использования агробιοлогического потенциала земель сельскохозяйственного назначения, поскольку научные исследования белорусских ученых (на примере Минской области) доказывают неэффективность размещения зерновых и зернобобовых культур [106].

11. Разработка комплекса мероприятий, препятствующих деградации земель и выпадению их из системы сельскохозяйственного

использования. Данное мероприятие особенно актуально в период климатических изменений, отличающихся нестабильностью.

12. Совершенствование методов прогнозирования климата и своевременное информирование о вероятном воздействии факторов, признанных экстремальными. При этом агрономическая служба, руководствуясь общепризнанными технологиями, а также современными научными достижениями, планирует комплекс мероприятий по возделыванию сельскохозяйственных культур с учетом информации климатологов.

Экономическая служба признана определить целесообразность планируемых и внедряемых в практику мероприятий с точки зрения социальной и экономической эффективности.

13. Формирование стратегии цифровой трансформации аграрного производства, которая должна включать как минимум: внедрение разработок, обеспечивающих планирование оптимальных сроков посева и норм высева, норм полива, норм внесения удобрений; развитие и внедрение современного информационного обеспечения участников производства; широкое внедрение точного земледелия.

Акцентируя внимание на отдельных задачах, связанных с адаптацией отечественного земледелия, следует отметить особую роль некоторых из них, имеющих под собой доказательную базу.

Одним из факторов продуктивности растений является плодородие почвы. Учитывая ее основную особенность как средства производства в сельском хозяйстве, следует отметить, что плодородие подразумевает способность поддерживать оптимальный режим, обеспечивающий рост и развитие растений, обуславливающие экономическую целесообразность их культивирования при четко функционирующей системе управления затратами и условиями окружающей среды в производственном цикле.

В основе современного и будущего аграрного производства лежит адаптация его к изменяющимся условиям, в числе которых и климатические. Адаптация аграрного производства к изменяющимся условиям это не просто относительно новый модный термин, это целый комплекс продуманных решений, программ и приемов взвешенной и рациональной хозяйственной деятельности. Приемы и методы адаптации в зависимости от конкретных

условий, отличающихся нестабильностью, могут изменить результативность их влияния на растениеводство как в лучшую, так и в худшую сторону.

Цель адаптации – достижение устойчивого развития аграрного сектора в условиях климатических изменений.

Задачи адаптации:

1) оздоровление почвы, обеспечивающей формирование более устойчивых к умеренным и экстремальным климатическим изменениям посевов;

2) ситуационная корректировка разработанных белорусскими учеными методов оценки степени пригодности почвы для возделывания тех или иных культур с учетом климатических трансформаций;

3) выявление в предлагаемых моделях адаптации детерминанты смягчения последствий климатических изменений;

4) зонирование землепользования согласно научным данным климатологов и агрономической службы;

5) выявление в каждом конкретном хозяйстве адаптационных ресурсов и успешное их использование в практической деятельности;

6) формирование представления о степени ответственности за принятие решений на разных уровнях системного администрирования в вопросах принятия решений по противостоянию климатическим изменениям;

7) соблюдение принципов агроландшафтного земледелия.

Отвергая доктрину безысходности (пусть будет все как есть, тем более что мы ничего изменить не в силах) и опираясь на доктрины активной деятельности и ситуационных решений, следует мобилизовать усилия для выработки системы подходов по вопросам адаптации, учитывая их территориальную специфичность и значительную затратность.

Общий алгоритм адаптации представляет собой реализацию комплекса мероприятий, сгруппированных по определенному принципу (рис. 19).

Глобальное изменение климата – это та фиксационная точка, когда на фоне неуправляемости и необратимости технологического развития может включиться механизм уничтожения всех видов деятельности, неразрывно связанных с природой, климатом и закономерностями их проявлений.



Рис. 19. Алгоритм выработки и оценки адаптационных решений при планировании производственного цикла в растениеводстве

Рассмотрев концепцию адаптации и приемы адаптационного земледелия в условиях климатической нестабильности, следует отметить, что:

- природа постоянно находится в состоянии противостояния человеку и концепция адаптации может быть представлена как

элемент достижения консенсуса, направленный на стабилизацию и совершенствование аграрного сектора экономики;

- теория адаптационного земледелия должна базироваться на научно-технических достижениях в рамках предельно-терпимого прогресса;

- природа изначально представляет собой достаточно успешный экономический проект, поскольку разумна и эффективна. Эффективность ее проявляется в постоянной эволюции, и все виды экономической деятельности, основанные на природном феномене (земледелие), признаются успешными.

5.3. Интродукция растений как один из элементов адаптации аграрного производства к климатическим изменениям

Последние 30 лет параллельно с изменениями климата теория и практика интродукции растений стала переживать эпоху возрождения, особенно в странах с умеренным климатом, где проявились явные его изменения в сторону потепления.

История развития человеческого общества (особенно в период зарождения и развития сначала практического и бессознательного научного земледелия, затем переросшего, по мере становления, в осознанное) неразрывно связана с поиском и вовлечением в хозяйственную деятельность представителей растительного мира, не свойственных данной территории.

Экономическая значимость интродукции растений напрямую связана с развитием социума, поскольку остро встает проблема обеспечения человека пищей и другими жизненно-важными источниками (строительный материал, лекарственные средства) [107].

Вопросы интродукции растений для территории Беларуси были актуальны во все времена. Поскольку естественная флора территории нашей республики с точки зрения практического ее использования в качестве пищевых источников чрезвычайно бедна и насчитывает не более 1700 видов [107]. Как правило, это древесные, кустарниковые и травянистые растения технического и кормового назначения, преимущественно для нужд животноводства.

Основной растительный ресурсный потенциал распределен по планете крайне неравномерно. И современное сельское хозяйство крупнейшей территории постсоветского пространства базируется на широком использовании интродуцентов (табл. 25).

Мировые центры происхождения важнейших культурных растений

Наименование центра	Группа культур
Китайский	Хлебные злаки и другие зерновые, зерновые бобовые, бамбуки, корнеплоды, клубнеплоды, луковичные, водные пищевые растения, овощные, плодовые, сахароносные, масличные, эфиромасличные, пряные, технические, лекарственные, прядильные, красильные, растения широкого назначения
Индийский (Индостанский)	Хлебные злаки, зерновые бобовые, овощные растения, корнеплоды, клубнеплоды, плодовые, сахароносы, масличные, прядильные, пряные, эфиромасличные, красильные, лекарственные, растения широкого назначения
Среднеазиатский	Зерновые, прядильные, овощные, бахчевые, пряные, плодовые
Переднеазиатский	Зерновые, кормовые, масличные, эфиромасличные, тыквенные, овощные, плодовые, пряные, красильные
Средиземноморский	Зерновые, кормовые, масличные, прядильные, плодовые, овощные, красильные, растения широкого назначения
Абиссинский	Зерновые, масличные, пряные, овощные, растения широкого назначения
Южномексиканский и Центрально-американский	Кукуруза, тыквенные, бобовые, корнеплоды, клубнеплоды, пряные, прядильные, плодовые, растения широкого назначения
Южноамериканский (Перувиано-Эквадор-Боливийский)	Клубнеплоды, зерновые, корнеплоды, овощные, тыквенные, пряные, прядильные, плодовые, лекарственные

В мировой практике теория интродукции не нова и часто отождествляется с достижениями биологической науки. Подобное отождествление вполне закономерно и оправдано, поскольку в основе интродукции лежат биологические исследования, хотя конечная цель подобного рода исследований социальный и экономический эффект. Без конечной цели любые исследования по интродукции лишены целесообразности.

Климатические изменения и особенно быстрый их характер создают определенные предпосылки для интродукции и внедрения в производство на территории нашей республики новых видов растений. Поскольку именно многоступенчатая и достаточно затратная интродукция растений позволила преодолеть человечеству пищевой кризис и создать мировое сельское хозяйство современного типа. На любом этапе развития общества, будь то раннее средневековье или нынешний период, интродукция растений носит исключительно инновационный характер, поскольку предполагает новые решения социально-экономических проблем сразу в нескольких отраслях народного хозяйства.

Современное мировое растениеводство, особенно в зонах далеких от центров происхождения культурных растений, – яркое подтверждение экономической целесообразности и эффективности интродукции.

Интродукция растений – процесс непрерывный и сегодня, в эпоху глобальных климатических изменений, может быть использована в успешной реализации мировой программы борьбы с голодом в рамках научной концепции целесообразного использования природных ресурсов и биоклиматического потенциала территории.

В период глобализации роль интродукции существенно возрастает по причине постановки и решения принципиально новых социально-экономических задач.

Климатические изменения усложнили задачи интродукции, поставив во главу угла максимальное использование введенными в культуру инвазивными видами биоклиматического потенциала территории и скрытого резерва растительных объектов, способных его реализовать в новых условиях культивирования.

Введение в культуру чужеродных видов может привести к весьма непредсказуемым последствиям и вместо планируемого экономического эффекта привести к дополнительным затратам на борьбу с ними.

В таком случае значительно увеличатся затраты на борьбу с этими вредными объектами и существенно снизится предполагаемый экономический эффект от их культивирования.

Негативная сторона их промышленного возделывания может иметь и скрытые проявления: привлечение на новые территории неспецифических болезней и вредителей, паразитирующих на интродуцентах, и которые впоследствии могут изменить свои пищевые предпочтения и выбрать в качестве объектов давно культивируемые на данной территории сельскохозяйственные культуры. Особую опасность представляют многоядные вредители и факультативные возбудители болезней.

Ярким примером подобных негативных последствий может служить повышенная вредоносность и широкое распространение болезней винограда, отмеченные в республике. Наряду с относительно благоприятными условиями возделывания этой культуры условия для распространения болезней оказались еще более благоприятными. Связано это, прежде всего, с повышенной влажностью, особенно с наличием капельно-жидкой влаги в период формирования плодов.

Кроме того, особенности питания некоторых инвазивных видов растений могут повлиять на плодородие почвы по причине чрезмерного выноса определенных питательных веществ.

Интродукционная деятельность и введение в культуру новых видов сельскохозяйственных растений должны строиться с учетом управляемости ими и иерархизации угроз от введения их в культуру.

Учитывая синергизм экономических, социальных и природных систем, введение в культуру даже на первый взгляд перспективных интродуцентов чревато серьезными рисками, обусловленными степенью их экономической оправданности. Непременным условием перевода интродуцентов из разряда перспективных в культивируемые на промышленной основе может быть экономически оправданная степень риска.

Учитывая практическую значимость интродукции растений, ее можно отнести к науке, лежащей в основе научного земледелия. В период зарождения земледелия она развивалась особенно активно, но после переселения большинства культивируемых сегодня сельскохозяйственных растений из центров их происхождения в новые агроклиматические районы отмечился спад. Своего максимума, с точки зрения эффективности внедрения, интродукция

растений достигает при минимальных научных затратах. После пиковой плодотворности интродукционной работы наступает спад ее результативности. И на этом этапе в значительной степени возрастает роль научно-технической составляющей [108].

Интродукция на современном этапе сопряжена с существенными научными и экономическими затратами. Кроме того, на кривых убывания (спада) результативности интродукционной деятельности периодически отмечаются всплески активности, которые вызваны, прежде всего, внешними факторами. Наиболее значимыми из них являются климатические.

Ранжирование максимально результативных периодов во времени и их размах служат объективной характеристикой состояния динамики роста и триумфа интродукционной работы. При достижении периода максимальной результативности, задачи усложняются по причине максимальной насыщенности территории планеты интродуцируемыми видами за счет интенсивного их переселения. По мере удаления от зоны максимальной результативности выделяются зоны приемлемости (нарастания либо снижения). Нарастание связано с начальным периодом развития земледелия, а снижение с высоким уровнем его развития, отмеченным в наши дни (рис. 20).



Рис. 20. Модифицированная диаграмма историко-гносеологического пути интродуцентов в мировом земледелии

С точки зрения эффективности два крайних участка диаграммы могут интерпретироваться как зона неустойчивости. Идентичные

по результативности они несут различную смысловую нагрузку. Зона неопределенности отождествляется с периодом, когда еще сложно определить эффект от переселения растений. Этот этап можно охарактеризовать как период проб и ошибок. Вероятнее всего, он стоит у истоков целенаправленной интродукционной деятельности, нацеленной на экономический эффект. Именно этот период позволил осуществить переход от бессознательной интродукции к научной, подняв развитие земледелия на принципиально новую ступень, отвечающую запросам развивающегося социума.

На этапе нарастания результативности цели и задачи интродукции в большей степени отражали экономические запросы человеческого общества, и этому всемерно способствовало становление и государственности и развитие торговых отношений.

Высокий уровень знаний о земле, ее географии, климате и растениях обеспечил максимальную результативность, которой мы пользуемся и сегодня. Именно знания обеспечивают современное состояние мирового земледелия и признаны удержат нас от опрометчивых и скоропалительных решений в вопросах введения в культуру новых растений, даже в период благоприятствования, наступившего в период глобального потепления.

Глобальное и достаточно быстрое потепление на планете – это следствие повышения температурного фона в приземном слое атмосферы, а это только лишь один из факторов для успешной интродукции, который для отдельных культур не самый главный.

В этой связи следует отметить, что вести речь в Беларуси о двух урожаях стратегических культур, которые являются основой мирового продовольственного рынка, по меньшей мере некорректно, поскольку в этой ситуации лимитирующим фактором выступает не столько температура и влажность, сколько фотопериодизм и качество света.

Исключением являются эндемичные виды травянистых растений, имеющие кормовое значение для сельскохозяйственных животных и многолетние травянистые растения, входящие в список фармакопейных (лекарственных) и пряных растений. Стабильная влажность и повышенный температурный фон обеспечивают значительный рост продуктивности их в условиях Республики Беларусь.

Примером успехов, в том числе и экономических, является интродукция и промышленное возделывание кукурузы в Беларуси –

культуры, занимающей по валовому производству второе место в мире после пшеницы.

В числе стратегических интродуцентов подсолнечник культурный. В 2022 г. под эту культуру в Беларуси было занято 6700 га (табл. 26, рис. 21). По мнению специалистов, для удовлетворения потребностей в растительном масле из подсолнечника в республике под эту культуру должно быть занято около 250 тыс. га.

Таблица 26

Площадь и урожайность подсолнечника культурного в 2022 г.

Область	Площадь посева, га	Урожайность, ц/га
Республика Беларусь	6700	17,5
Брестская	610	16,9
Витебская	90	–
Гомельская	1770	15,5
Гродненская	2170	25,3
Минская	1040	18,6
Могилевская	1030	12,1

Средняя урожайность этой культуры в 2022 г. была на уровне 17,5 ц/га, что на 1,0 ц ниже, чем в прошлом году. Подбор зон для промышленного возделывания культуры и оценка исходного материала для отечественной селекции – первоочередная задача на ближайшую перспективу.

По оценке ООН, амарант отнесен к культурам XXI в. – культура универсального назначения. По результатам интродукции она признана перспективной для промышленного возделывания в Беларуси. К сожалению, исследования по внедрению ее в производство носят эпизодический характер. Одна из причин – отсутствие специалистов, способных организовать экономически эффективное производство, которому должна предшествовать популяризация этой культуры. Кроме того, достаточно часто залогом успеха может явиться волевое решение государственного деятеля (введение в культуру картофеля при Петре Великом и кукурузы в период руководства СССР Н. С. Хрущева). В значимости и экономической

целесообразности подобных решений сегодня не приходится сомневаться.

В период климатических изменений с ярко выраженным потеплением трудно удержаться от опрометчивых решений в отношении перевода перспективных интродуцентов в разряд промышленных культур. Подобные решения в рамках государства могут носить весьма затратные и не эффективные последствия.



Рис. 21. Посевы подсолнечника культурного в Брагинской районе Гомельской области

Предлагаемые этапы методологического подхода в оценке эффективности введения в культуру перспективных на первый взгляд интродуцентов позволят реально оценить целесообразность подобных решений (рис. 22).

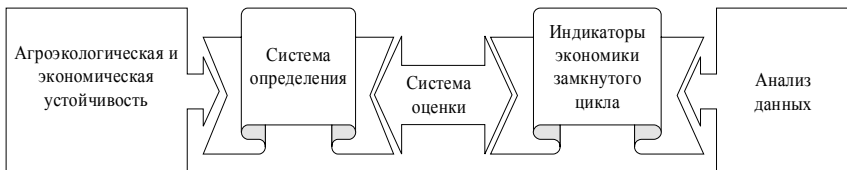


Рис. 22. Этапы методологического подхода оценки эффективности промышленного возделывания интродуцентов в рамках экономики замкнутого цикла при глобальных климатических изменениях

Экономически замкнутый цикл в данном контексте предполагает максимально эффективное использование ресурсного и биоклиматического потенциала введенного в культуру растения при сохранении экологической стабильности.

Устойчивая и стабильная урожайность интродуцентов, включенных в промышленный агроценоз, – неперенное условие эффективности интродукции в пространстве и времени. В числе факторов агроэкологической устойчивости свет, температура, влажность, роза ветров, жизненное пространство, pH среды. При этом стабильность климатических факторов – неперенное условие результативности растениеводства.

Согласно закону Эшби, чем больше видовое разнообразие, тем более стабилен и устойчив биоценоз. Самой малой устойчивостью обладают агроценозы (искусственно созданные человеком), и без постоянного вмешательства и поддержки они угнетаются более жизнеспособными формами (сорняками) и вредителями. По своей сути агроценоз – это экономический проект, предполагающий широкое культивирование интродуцированных видов и требующий существенных вложений.

К факторам экономической устойчивости вводимых в культуру растений предполагается отнести: организационные (наличие квалифицированных кадров, составляющих единую команду) и производственные (обеспеченность ресурсным потенциалом, современными технологиями, управление инновациями).

Система оценки предполагает мониторинг: реакции на место в севообороте; отзывчивости на технологии; окупаемости удобрений и средств защиты растений; влияния на естественное биоразнообразие; факторов, от которых зависит экономическая эффективность промышленного возделывания.

Индикаторами экономики замкнутого цикла в рассматриваемом примере служат: производство и потребление, управление воспроизводством интродуцентов, конкурентоспособность продукции, способность к инновациям.

Чтобы достоверно оценить способность индикаторов отражать предпосылки устойчивости, следует определиться с материальными ресурсами в виде посевного или посадочного материала для различных зон. В центре внимания должны быть натурализация с акклиматизацией интродуцентов, предшествующие промышленному их возделыванию.

Большая роль в системе оценки отводится сокращению периода «начало акклиматизации – внедрение в производство». При этом следует учитывать спрос и возможное потребление новых видов продукции, а также рыночные механизмы (колебание цен).

Оценка последствий вброса на внутренний рынок продукции, ранее не производимой в условиях республики, и агрегирование показателей оценки на уровне продукта (себестоимость, цена, качество) – один из основных критериев целесообразности интродукции и затрат на нее и социально-экономической эффективности внедрения в производство.

Учитывая сложный и затратный путь от момента переселения и внедрения в промышленное растениеводство перспективных интродуцентов, основным критерием целесообразности их промышленного возделывания может служить комплекс показателей оценки степени пригодности новых культур для промышленного возделывания в определенной агроклиматической зоне (табл. 27).

Таблица 27

Шкала интегральной оценки успешности интродукции

Класс перспективности	Сумма баллов
Самые перспективные	9,0–10,0
Перспективные	7,5–9,0
Менее перспективные	6,0–7,5
Не перспективные	4,5–6,0

При подсчете суммы баллов учитываются следующие показатели:

- окупаемость затрат;
- снижение ресурсоемкости внедрения в первые годы производства;
- площадь промышленного внедрения;
- технологичность культуры;
- пластичность культуры;
- эколого-климатические особенности воспроизводства;
- перспективы создания отечественных сортов и их семеноводство;
- цена продукции;
- качество продукции (по биохимическим показателям);
- востребованность продукции на внутреннем рынке.

Предлагаемые оценки в баллах (табл. 28) могут корректироваться компетентными специалистами с учетом особенностей культуры, агроклиматической характеристики зоны возделывания, микрорельефа и материально-технического состояния отдельно взятых сельскохозяйственных организаций.

Профессиональная корректировка, исходя из конкретных условий, – достаточно позитивный подход в практическом использовании предложенной методики, направленной на успешное решение определенных вопросов в реальной ситуации.

Таблица 28

Ориентировочное распределение баллов между показателями, отражающими социально-экономическую значимость внедрения в производство перспективных интродуцентов

Показатель	Оценка в баллах
Окупаемость затрат: за 3 года; за 5 лет; более чем за 5 лет	1,00 0,75 0,50
Снижение ресурсоемкости внедрения в первые годы производства: на 50 %; на 30 %; на 20 %	1,00 0,75 0,50
Площадь промышленного внедрения: в первый год 500 га; во второй год 1500 га; в третий год 5000 га;	1,00
в первый год 200 га; во второй год 1000 га; в третий год 1500 га;	0,75
в первый год 100 га; во второй год 500 га; в третий год 1000 га	0,50

Показатель	Оценка в баллах
Технологичность культуры: 90 %; 80 %; 60 %–70 %	1,00 0,75 0,50
Пластичность культуры: 90 %; 70 %; 60 %	1,00 0,75 0,50
Эколого-климатические особенности воспроизводства: высокая степень воспроизводства; средняя степень воспроизводства; низкая степень воспроизводства	1,00 0,75 0,50
Перспективы создания отечественных сортов и их семеноводство в ближайшие 5 лет; в ближайшие 7 лет; не ранее чем через 10 лет	1,00 0,75 0,50
Цена продукции: ниже импортной на 20 %; ниже импортной на 10 %; на уровне импортной и выше	1,00 0,75 0,25
Качество продукции (по биохимическим показателям): на уровне импортной; ниже импортной на 10 %; ниже импортной на 20 %	1,00 0,50 0,25
Востребованность продукции на внутреннем рынке: 90 %–100 %; 70 %–89 %; 60 %–69 %	1,00 0,50 0,25

Изучив роль интродукции как элемента адаптации аграрного производства в условиях глобального изменения климата и возможность успешных экономических решений при их промышленном возделывании, следует отметить:

1) на заре своего становления, признанная исправить «несправедливость» в распределении мировых растительных ресурсов по планете, сегодня интродукция растений ставит своей целью достижение максимальной экономической выгоды от их хозяйственного использования;

2) сегодня интродукцию подстегивают новые реалии современности: рост народонаселения, глобализация, внешняя неопределенность, борьба с региональным голодом и недопущение его распространения;

3) практические задачи и результаты опережают теорию интродукции растений на современном этапе, по этой причине работы по интродукции следует совершенствовать исходя из требований актуальности;

4) введение в культуру даже весьма перспективных на первый взгляд интродуцентов сопряжено с серьезными рисками и неоправданными экономическими издержками. Определение степени их экономической целесообразности – основное условие перевода их из разряда перспективных в культивируемые на промышленной основе. Тем не менее великая миграция растений – феноменальное явление, которое дает множество шансов для земледелия;

5) разработка и внедрение методики определения экономически оправданной степени риска при возделывании интродуцентов позволит избежать ошибок при принятии решений;

6) должна произойти эволюция взглядов на проблему, поскольку все изменяется. Человечество вступило в эпоху электромагнитного загрязнения, действие которого на растительные объекты еще предстоит изучить;

7) внедрению в производство перспективных интродуцентов должны предшествовать либо осуществляться параллельно с ним:

- картирование территории;
- паспортизация полей с учетом агроклиматических особенностей и особенностей микрорельефа;
- оценка их пригодности на предмет промышленного возделывания;
- оценка экономической целесообразности внедрения в производство;
- разработка эксклюзивных приемов возделывания (межтепличное пространство в овощеводстве защищенного грунта, кулисные посевы, вертикальное земледелие, земледелие на крышах домов).

6. УПРАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫМИ РЕСУРСАМИ В АДАПТАЦИОННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

6.1. Растение как объект экономической деятельности. Управление растительными ресурсами

Сельское хозяйство как объект экономической деятельности является уникальным, поскольку в процессе производства задействованы живые объекты, которым характерна двойственная природа. Они могут выступать как в качестве предметов труда, так и в качестве средств производства. Причем это как одушевленные (сельскохозяйственные животные, сельскохозяйственная птица, насекомые) так и неодушевленные предметы (земля, растения).

В производственном цикле культурное растение рассматривается в качестве главного предмета труда, на который направлена деятельность человека, хотя некоторые исследователи отождествляют растительные организмы со средствами производства. Они утверждают, что: как предмет труда растение испытывает на себе влияние человека, как орудие труда зеленые растения преобразуют кинетическую энергию солнечного света в потенциальную энергию органических веществ [109].

Следует отметить, что в научных исследованиях по экономике растению как объекту экономической деятельности в растениеводстве, уделяют недостаточно внимания, хотя их роль как предмета труда признается многими исследователями [110, 111, 112, 113, 114, 115, 116].

По своей экономической сути растения ближе к предмету труда, поскольку испытывают на себе воздействие техники, биологически активных веществ, удобрений, но при этом сами не воздействуют на вещество природы при создании готового продукта. Данное утверждение справедливо лишь с технологической позиции, предусматривающей воздействие на них технологических составляющих. Но с точки зрения биологии, зеленые растения (в процессе фотосинтеза) преобразуют свободную кинетическую энергию солнца в запасную, которая в последствии выступает в качестве источника пищи и различного сырья. И с этой позиции утверждение некоторых экономистов о принадлежности культивируемых представителей растительного мира

к средствам производства вполне логично и имеет право на существование [111, 112, 115, 116].

Если рассматривать землю и растения как средства производства, то последние относятся к более сложной категории, для которой характерна изменчивость в пространстве и времени, а производственный цикл находится в прямой зависимости с периодом вегетации (метеорологическое понятие) и вегетационным периодом (полный жизненный цикл растений).

Воздействие человека на растительные объекты посредством технологий крайне неоднозначно. Технологии направлены на изменение линейных параметров растений, ведущих за собой качественные изменения (накопление и запас полезных веществ). Кроме того, человек сам создает растительные объекты как средство производства в виде сортов и гибридов с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Качество изменения линейных параметров зависит от проектирования производственного процесса, который по времени в какой-то степени совпадает с их жизненным циклом.

Производственный процесс в растениеводстве делится на трудовые процессы, границы которых регулируются этапами жизненного цикла (органогенез). От правильности выбора агротехнических мероприятий зависит результативность растениеводства. Подбор приемов находится в тесной корреляционной зависимости с межфазными периодами растений и в сильной степени зависит от конкретных условий.

Современное сельское хозяйство в значительной степени учитывает эти особенности и использует в производственной цепи специфический набор техники для достижения поставленной цели. На пути к этой цели успешно поставленные и решенные задачи в рамках принятой технологии предусматривают линейное, морфофизиологическое и биохимическое преобразование растений для получения конечного результата в виде продукции. В этом заключается экономический смысл растительных объектов, используемых в промышленном растениеводстве в качестве основного и незаменимого средства производства.

Агрономическая наука рассматривает растение как объект биологических исследований, и только термин агроценоз (агрофитоценоз) имеет экономическую основу, поскольку предусматривает

формирование культурных растительных сообществ и подбор комплекса агроприемов для достижения экономических результатов.

В этой связи культивируемое растение можно рассматривать в качестве основного потенциала растениеводства с комплексом хозяйственно ценных признаков, созданных и закрепленных в их гено типе для получения экономического эффекта – максимальной урожайности.

Если результативность в промышленности во многом определяется комплексом организационно-экономических и технико-технологических мероприятий, то в аграрном производстве гораздо сложнее, поскольку к перечисленным выше мероприятиям добавляется еще и жизненный цикл предметов и средств труда (растения, животные), находящиеся в сложной зависимости от природно-климатических условий. Кроме того, продолжительность и многофункциональность производства – одна из особенностей сельского хозяйства [106, 117, 118, 119].

Земля и растения как средства производства в практическом плане функционируют с момента развития земледелия, а научно-теоретическое обоснование получили лишь с достижением экономической наукой определенных результатов в познании законов окружающего мира.

Как предмет труда растение испытывает на себе воздействие техногенного и природного характера. Воздействие техногенного характера (техническая и технологическая деятельность человека) изменяют растения как предмет труда, а природно-климатические факторы способствуют реализации их биологического потенциала.

Если в промышленности, действуя на определенный предмет труда, производитель достигает константных параметров вновь созданного продукта, то в сельском хозяйстве эта задача остается сложной.

Растения на пути реализации своего потенциала упираются в биологические барьеры, преодолеть которые еще предстоит современному человеку (*Homo technologicus*), кардинально изменив систему земледелия.

Дальнейшее развитие науки, в частности биотехнологии, в корне изменит концепцию, базирующуюся на признании земли в качестве основного средства производства, а роли растений будет уделено особое внимание. Даже если продукты питания растительного

происхождения будут создаваться при помощи трехмерной печати, когда в трудовом процессе будут задействованы не агроценозы, а части растений или органеллы их клеток (культура in-vitro).

Таким образом, растение как предмет труда и орудие труда имеет особенности (рис. 23). Будучи одним из элементов материального ресурса в растениеводстве, сельскохозяйственные растения подвержены физическому и моральному износу (старению). По этой причине в сельскохозяйственной практике регулярно проводится сортообновление (замена семян возделываемого сорта или гибрида, потерявшего свои первоначальные свойства, на более качественные) и сортосмена (замена старых сортов и гибридов на новые) [120, 121, 122, 130, 123, 124, 125].

Отмечая отрицательные последствия нерегулярного сортообновления и сортосмены и опираясь на мировой опыт, российские ученые Т. И. Фирсова и С. А. Раева рекомендуют осуществлять замену сортов и обновление семенного материала возделываемых сортов и гибридов один раз в 3–5 лет [126].

Занимаясь вопросами экономической оценки эффективности сортосмены и сортообновления сельскохозяйственных культур, Н. А. Полянская и В. М. Полянский указывают, что для достижения максимальной экономической эффективности от сортообновления ее следует проводить ежегодно на небольшой площади.

Свою точку зрения они аргументируют коэффициентом экономической эффективности сортообновления, который учитывает затраты на приобретение элитных семян, их внедрение в промышленное производство. Принимаются во внимание финансовые ресурсы организаций и затраты на мероприятия, направленные на повышение результативности (приобретение техники, средств защиты растений, обучение персонала) [127].

Обзор литературных источников по проблеме, связанной с сортосменой и сортообновлением, показал, что слишком мало внимания уделяется механизму учета затрат, связанных с их проведением. В расчет берется лишь прибавка урожая, зачастую находящаяся в пределах ошибки опыта. Ни одна из предлагаемых методик не учитывает затраты на создание новых сортов и гибридов, их государственное сортоиспытание с последующим включением в государственный реестр сортов сельскохозяйственных культур, допущенных для производства и реализации на определенной территории. Остается за чертой внимания и система элитного семеноводства.



Рис. 23. Особенности растений как объекта труда в растениеводстве

При учете этих затрат эффективность столь частой сортосмены (через 3–5 лет) может быть поставлена под сомнение. Определение степени износа сортов и гибридов, а следовательно, и периодичности их замены и обновления – дело весьма сложное. Для живых объектов непросто установить нормативные сроки службы и диапазоны сроков полезного действия.

Продолжительность их участия в производстве определяется рядом взаимосвязанных между собой факторов: технология, климатические условия, уровень организации труда и производства, квалификация и добросовестность кадров.

В растениеводстве, вероятнее всего, большее экономическое значение имеет сортообновление. Поскольку при правильной системе семеноводства и соблюдении агрономических требований при промышленном производстве посевные и сортовые качества способны улучшаться по аналогии с плодородием почвы.

Промышленные плантации сельскохозяйственных культур, организованные в полном соответствии с технологическими регламентами, могут служить источником для закладки семеноводческих питомников с последующим включением лучших генотипов в селекционный процесс.

Замена старых сортов на новые должна зависеть от степени реализации сортом, гибридом своего биолого-экономического потенциала. То, что хорошо для Европы, не всегда подходит для Беларуси по той причине, что биоклиматический потенциал нашей республики в 1,3–1,7 раза ниже европейского.

Сорт как предмет труда и объект экономической деятельности в растениеводстве всегда рассматривался в качестве одного из факторов повышения эффективности. Определенный смысл в этом есть. Сам по себе сорт или гибрид – это опыт, знание селекционера, воплощенное в генотипе растения. Это результат научной деятельности. Эффективность его зависит от комплекса условий, позволяющих реализовать заданный потенциал. В основе эффективной его реализации лежит зональное районирование, учитывающее почвенно-климатические особенности региона и технологические особенности. Эти параметры указывает оригинатор сорта (гибрида) и они являются основой для государственной системы сортоиспытания.

С точки зрения экономики сорт или гибрид не стоит рассматривать в качестве самостоятельного резерва повышения эффективности

растениеводства. Это всего-навсего предмет труда с заложенным в него высоким потенциалом и только при воздействии на него средств труда, соответствующих его физиологическим потребностям и предусмотренных технологией, он способен дать желаемый эффект. После внедрения сорта в производство его экономическая отдача зависит исключительно от профессионализма технолога. Кроме того, технолог должен владеть вопросами ситуационного моделирования организационных мероприятий и уметь управлять ими.

Косвенным подтверждением этому может служить сравнительная характеристика фактических данных урожайности в хозяйствах всех категорий с результатами сортоиспытания (табл. 19, 23).

Средняя урожайность в системе государственного сортоиспытания за периоды с 1985 по 1996 гг., с 2005 по 2007 гг. и с 2018 по 2020 гг. по перечисленным в таблицах культурам почти в 2 раза выше, чем в производстве. Если принять во внимание тот факт, что в производственных условиях возделываются сорта ранее прошедшие сортоиспытания и включенные в Государственный реестр, а действие погодно-климатических условий в равной мере сказываются на продуктивности растений как в производственных, так и любых других условиях, включая систему государственного сортоиспытания, то можно с высокой достоверностью предположить, что решающим фактором эффективности, воплощенной в урожайности, является технология и организация производственного процесса.

Исследование современных подходов в толковании средств производства в сельском хозяйстве и выделении в нем особой роли сельскохозяйственных растений позволили сделать следующие выводы:

1. Растения – основной объект, участвующий в производственном цикле. И как средство производства воплощает в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков, заложенных человеком, и потенциал продуктивности, способный под воздействием природно-климатических, технико-технологических и организационно-экономических факторов реализовать их в процессе хозяйственной деятельности.

2. Техничко-технологическое и биологическое начало в сложном производственном цикле позволяет отнести эти живые объекты к средствам производства. Поскольку как предмет труда они испытывают на себе воздействие, а как средство труда воздействуют на вещество природы в виде попадающих в почву растительных

остатков, которые после процесса минерализации принимают участие в создании готового продукта (урожай).

3. Растения как средства производства – более сложная категория, нежели земля. Для них характерна изменчивость в пространстве и времени, их производственный цикл находится в прямой зависимости с периодом вегетации и вегетационным периодом. Кроме того, растения как средства производства достаточно часто и внезапно подвергаются воздействию труднорегулируемых факторов, в числе которых и климатические.

4. Растения подвержены физическому и моральному износу (старению). Регулярная сортосмена и сортообновление – это один из доступных инновационных решений совершенствования растениеводства. Разработка методики проведения сортосмены и сортообновления, учитывающей периодичность и окупаемость затрат, представляет научно-практический интерес.

6.2. Водные ресурсы и управление ими – фактор устойчивого развития аграрного сектора

В мире более 70 % пресной воды идет на нужды сельского хозяйства. По данным ФАО, дефицит пресной воды в мире более 250 млрд м³ в год [128], и в дальнейшем эта цифра будет только расти. Ожидается, что к 2040 г. дефицит воды будет на уровне 40 %–80 %. Современное сельское хозяйство значительно истощает водные ресурсы и, по оценке ФАО, уже практически достигнут предел, при котором мировое сельское хозяйство будет остро испытывать их недостаток [129].

Урбанизация на фоне глобального изменения климата становится величайшей проблемой современности. Ее считают причиной нарушения гидрологических циклов, что приводит к регулярным наводнениям в местах компактного проживания населения [130].

Уже четко фиксируется разрыв между потребностями в воде сельского хозяйства и запасом водных ресурсов. Это становится глобальной проблемой и угрозой продовольственной безопасности.

Особую актуальность приобретает планирование комплексного управления водными ресурсами во избежание дефицита воды в сложно предсказуемых климатических изменениях. Водная безопасность – основной вопрос повестки дня мирового сообщества и один из основных факторов достижения целей устойчивой агропродовольственной системы.

Земледелие – наиболее значимый потребитель пресной воды. Несмотря на то, что за последние 50 лет площадь сельскохозяйственных угодий в мире увеличилась на 12 %, производство продукции растениеводства выросло в 2,5–3,0 раза. При этом более 40 % прироста приходится на орошаемое земледелие, занимающее менее 20 % земель сельскохозяйственного назначения [131].

На долю самотечного орошения приходится 94 % и только 6 % на капельное. Водозабор, присущий орошаемому земледелию и особенно самотечному, характеризуется как безвозвратный [131].

Последние исследования показывают неоднозначное отношение к целесообразности орошения. Высказывается предположение, что в районах с существенным дефицитом воды система орошения менее эффективна, нежели в зоне, не относящейся к засушливой [131].

Кроме того, урбанизация, рост населения и изменение климата ведут к неустойчивому спросу на водные ресурсы и инвестиции в оптимизацию использования воды в сельском хозяйстве могут привести к увеличению затрат на производство и удорожанию продукции. И, как следствие, спрос на нее упадет. Прослеживается как положительная, так и отрицательная тенденция. С одной стороны, повышение цен на продукты питания приведет к падению благосостояния населения, но при этом сработает резерв бережливости. Расходы воды на производство продукции снизятся, уменьшится количество пищевых отходов и выбросов метана (наиболее опасный парниковый газ).

Управление водными ресурсами – весьма сложный процесс, поскольку проблематично учесть все причинно-следственные связи. Если дождевание обеспечивает близкое к 100 % использование влаги, то полив по бороздам приводит к большим ее потерям на пути транспортировки к растениям, большая часть возвращается обратно в водоносные слои.

В системе круговорота воды и водоснабжении это рассматривают как положительный момент, но при этом для повторного использования она становится менее доступной по причине миграции в нижележащие слои, а это ведет к водному дефициту [129].

Современные модели показывают, что аграрное производство XXI столетия с устойчивым набором сельскохозяйственных культур не будет устойчивым в ближайшей и долгосрочной перспективе без изменений в системе землепользования с учетом обеспеченности регионов доступной водой [132].

Адаптационное использование водных ресурсов в сочетании с земельными и растительными ресурсами позволит достичь цели глобальной продовольственной безопасности. Это объективная реальность. Особенно в условиях климатической нестабильности.

Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве требует серьезной модернизации, суть которой в консолидации усилий по созданию водопотребительных услуг (с учетом возможных рисков политического социально-экономического, экологического и климатического характера). Управление водными ресурсами при этом носит реальный и виртуальный характер. Реальный предполагает комплекс мер по регулированию сбора, водопотребления и другие операции, связанные с эффективным их использованием в качестве источника экономического развития определенного региона. Виртуальному присущи черты глобализма, выходящего за рамки одного или группы государственных формирований. Управление водными ресурсами представляется в рамках планеты через механизм распределения продуктов питания из зон с благоприятным водным режимом в засушливые.

На пути виртуального характера управления водными ресурсами имеются серьезные барьеры:

- ошибочность политики;
- финансовые ограничения;
- отсутствие благоприятных условий;
- отсутствие необходимого потенциала;
- отсутствие позитивных изменений в аграрном секторе.

Несмотря на относительно благоприятную ситуацию с водным потенциалом в Республике Беларусь, повторяемость неблагоприятных периодов, связанных с водообеспечением на территории республики увеличивается.

Длительные засушливые периоды сменяются промежутками времени с продолжительным переувлажнением, что в сочетании с неблагоприятным температурным режимом (высокие температуры во время засухи и низкие во время переувлажнения) делают зону рискованного земледелия еще более рискованной.

На нужды сельского хозяйства в Беларуси приходится около 380 млн м³ воды в год (32 % от общего объема потребления). Для поддержания оптимального водного режима в республике функционируют:

- открытые каналы протяженностью более 165 тыс. км;
- защитные и ограждающие дамбы – 5 тыс. км;
- 1074 пруда и водохранилища.

Общая площадь мелиорированных земель в Беларуси составляет 3,4 млн га. Из них более 85 % занимают земли сельскохозяйственного назначения, основная часть которых приходится на Брестскую и Гомельскую области [133].

Управление глобальными водными ресурсами – стратегия устойчивой мировой продовольственной безопасности. Оно должно включать:

- территориальное планирование с учетом региональных особенностей и разделения центров производства;
- мониторинг водных запасов в мире;
- поддержание естественных или полунатуральных объектов (водно-болотные и лесные угодья, естественные луга);
- пересмотр подходов в использовании воды в рамках глобальной системы.

К ключевым задачам регионального управления водными ресурсами следует отнести:

- пересмотр подходов в использовании водных ресурсов в рамках национальной безопасности;
- мониторинг и планирование земельных ресурсов;
- мониторинг состояния водного потенциала и спроса на воду;
- оптимизацию подбора культур с учетом агроклиматических особенностей;
- оптимизированное планирование сроков посева и ухода за культурами;
- инвестирование в технологии, снижающие затраты и повышающие эффективность производства;
- использование агротехнологий, обеспечивающих рациональное использование и сохранение влаги в почве;
- использование перспективных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, максимально эффективно использующих биоклиматический потенциал территории;
- ведение растениеводства на принципах точного земледелия:
 - а) использование данных о влагообеспеченности в режиме реального времени;
 - б) использование данных о поглотительной способности корневой системы для планирования внесения различных форм, видов и доз удобрений;
 - в) прогнозирование поливов;

- d) внедрение капельного полива;
- e) применение эффективных схем орошения;
- развитие сопутствующих услуг:
 - a) сбор и распространение знаний;
 - b) доступ к рынкам;
 - c) логистика.

На конференции ООН по водным ресурсам (штаб-квартира ООН, 22–24 марта 2023 г.) отмечалось, что вода – самое ценное общее благо человечества. Именно поэтому вода должна находиться в центре глобальной политической повестки дня. Она основа устойчивого развития и поддержания продовольственных систем [134].

Примером эффективного управления водными ресурсами может служить Мачу-Пикчу с его искусственной системой склонов и простейших инженерных решений. Большая часть террас была обращена на восток, где сельскохозяйственные культуры получали максимум света днем и уникальный микроклимат ночью. Устройство террас с использованием дренажа отводило избыток влаги и тем самым создавало благоприятные условия для роста и развития культивируемых растений.

Исторический и практический опыт и современные исследования позволяют сформулировать выводы относительно водных богатств и их использования:

1. Водные ресурсы наряду с растительными и земельными являются основой агропродовольственной системы.

2. Современное сельское хозяйство уже испытывает большой дефицит в воде, который усугубляется изменениями планетарного характера, создающими угрозу мировой продовольственной безопасности.

3. Альтернативные устойчивые состояния подвергаются давлению антропогенной и климатической направленности.

4. Управление водными ресурсами и максимизация выгод от использования воды в сельском хозяйстве – существенный вклад в продовольственную безопасность и мировую экономическую стабильность.

5. Реальное и виртуальное управление водным потенциалом (основной объект сельскохозяйственных технологий) позволит преодолеть глобальный водный кризис.

6. Трансграничное сотрудничество по обеспечению устойчивого использования водных ресурсов – реальные шаги в борьбе с голодом, бедностью, социальным неравенством и путь к экономическому процветанию.

6.3. Управление земельными ресурсами – основа устойчивого развития агропромышленного комплекса

Сельскохозяйственное производство – специфический вид экономической деятельности, поскольку в числе основных средств производства – земля. В этой связи результаты производства прямо пропорционально зависят от ее плодородия и месторасположения [135].

Плодородие в числе основных, влияющих на результативность деятельности качеств земли как средства производства. Аграрной наукой признано два вида плодородия: естественное (оно ближе к биологической интерпретации данной категории) и искусственное. Искусственное плодородие следует рассматривать как результат производственной деятельности человека, и в этой связи оно приобретает экономическую оценку.

К. Маркс писал, что развитие экономического плодородия зависит «...отчасти от развития земледельческой химии, отчасти – земледельческой механики... Поэтому, хотя плодородие и является объективным свойством почвы, экономически оно все же подразумевает известное отношение – отношение к данному уровню развития земледельческой химии и механики, а поэтому изменяется вместе с этим уровнем» [136].

Местоположение земельного участка сельскохозяйственного назначения по отношению к инфраструктуре, дорогам и административно-хозяйственному центру предприятия играет не маловажную роль. Удаленность сельскохозяйственных участков накладывает отпечаток на результаты экономической деятельности.

В этой связи, при равновеликих затратах труда и средств, экономический эффект будет существенно отличаться [135]. Это следует учитывать при планировании производства и организации труда.

Считая землю творением природы, некоторые экономисты относят ее к достоянию всего народа, и это стало основанием для отсутствия в высоко цивилизованных странах частной собственности на нее (Австралия, Израиль, Канада, Китай, Швеция и др.) [137].

В мировой практике вопрос частной собственности на землю остается открытым. До сих пор ведутся оживленные дискуссии о социально-экономической значимости частной собственности на землю. Доля сомнения имеется и у сторонников частной собственности. Высказывается мнение, что в частной собственности на землю велика доля незримых опасностей [138]. По этой причине

в развитых странах для достижения максимального эффекта достаточно успешно сочетаются все формы собственности на землю.

Отличительной особенностью земли как средства производства является ее способность к улучшению (повышение плодородия), в то время как большинство средств производства склонны к изнашиванию (здания, машины, оборудование) и их стоимость постепенно переносится на вновь созданный продукт [139].

Само по себе плодородие почвы не восстанавливается. Процесс восстановления предусматривает целый комплекс организационно-экономических и технико-технологических мероприятий. В числе наиболее значимых – планирование и организация севооборотов, научно-обоснованное внесение удобрений и средств защиты растений, внедрение высокоэффективных технологий с использованием высокопроизводительной сельскохозяйственной техники.

Большинство средств производства могут перемещаться в пространстве и времени. Земля характеризуется постоянством пространственного размещения [140]. Хотя подобное постоянство можно считать условным, если учесть деградацию земель, вызываемую природными катаклизмами и неразумной деятельностью человека.

Большинство исследователей утверждают, что земля в ходе производства одновременно совмещает в себе функции предмета и средства труда. Встречается и другая точка зрения, сторонники которой не отрицают, что земля – основное средство производства, но при этом настаивают на том, что сама по себе земля не является предметом труда и как средство производства обретает свою сущность только после целенаправленного воздействия труда человека [140].

Подобная точка зрения несколько противоречива и не согласуется с определением, приводимым в словаре терминов по экономике труда. В нем отмечается, что вещество природы, на которое направлен труд человека (земля, вода, руда, уголь), или же продукт прошлого труда (сырье растительного или животного происхождения, металл, произведенный из полезных ископаемых) относится к предметам труда [141].

Земля как средство производства в сельском хозяйстве является материальной основой организации производственной деятельности. Она выступает как в качестве предмета труда, так и в качестве средства труда одновременно. Обладание определенными характеристиками и свойствами, воздействующими на рост

и развитие растений, позволяет считать землю и средством труда [142]. К таким свойствам можно отнести плодородие, запас влаги в почве, механический ее состав, температурный и газовый режимы. Эти свойства во многом меняются под воздействием агротехнических приемов.

Если в отношении земли как предмета труда более или менее отмечается единство взглядов, то отношение к земле как средству труда весьма неоднозначно и мнения разделились.

Так, Г. Н. Барсукова полагает, что землю в большей степени можно отнести к предмету труда, чем к средству труда [110].

Ни земля, ни ее верхний плодородный слой (почва) не переносят свою стоимость на вновь созданный продукт – это дало основание усомниться в том, что в сельском хозяйстве земля является основным средством производства. Таким образом, применяемое с XIX века понятие подвергается критике.

По утверждению О. В. Тарханова любой объект природы, принимающий участие в производстве, не может быть отнесен к средствам производства, если он не переносит свою стоимость на вновь созданный продукт.

Придерживаясь общепринятой трактовки понятия «средства производства», исследователь отрицает функцию земли в этом экономическом качестве, даже несмотря на то что она является объектом купли-продажи и имеет рыночную стоимость. Кроме того, она не переносит свою стоимость и со временем дорожает. Автором высказывается сомнение по поводу земли как основного средства производства в сельском хозяйстве. Он полагает, что если земля и является таковой, то современной науке требуется еще доказать это [111].

Далее на основе анализа автор пытается доказать, что основным средством производства в аграрном секторе экономики является не земля, а почвенное плодородие. По его мнению, признание этого позволит преодолеть теоретические трудности в аграрной экономике и наметить пути стабилизации производства продуктов питания.

Однако стоит принять во внимание, что почвенное плодородие это один из факторов, лежащих в основе товарного производства растениеводческой продукции, действующий в комплексе с температурным режимом, влажностью, приходом фотосинтетически активной радиации, агроприемами.

Многими исследователями земля признается многогранной и достаточно сложной категорией. Как факт территориальной

ограниченности стран и основа базирования государственных производственных сил она в центре внимания политиков и экономистов. Будучи в центре пересечения многих стратегических интересов она как объект экономических отношений не имеет четкого и однозначного определения [143].

В процессе производства продукции растениеводства участие принимает не вся земля, а лишь ее верхний плодородный слой, получивший название почва. Благодаря своим качествам этот верхний плодородный слой земли имеет неопределимое значение в жизни всего органического мира.

С момента использования почвы как средства производства человек оказывал существенное влияние на природный почвообразовательный процесс, и достаточно часто это влияние было крайне негативным. Экономическая деятельность человека всегда сопровождалась настойчивыми целенаправленными действиями в сторону преобразования естественных ландшафтов. Вырубка и посадка лесов, разработка естественных травостоев и замена их искусственными агрофитоценозами, осушение и орошение, отчуждение земель под строительство.

Человек с момента зарождения земледелия и до настоящих дней вносит существенные коррективы в естественный почвообразовательный процесс, особое место в котором отводится методам воздействия на почву в результате ее обработки, применению удобрений и средств защиты растений [144].

Безусловно, почва является природным телом, которое на протяжении существования земледелия подвергается многовековому воздействию человека и с учетом этого она в полной мере может частично считаться продуктом этого труда.

В формировании генетического профиля почв и их плодородия сегодня принимают участие не только растения, почвенные микроорганизмы, дождевые черви, но и продукты жизнедеятельности человека: пластиковая пыль, радиоактивные вещества, выбросы стационарных и передвижных установок. Это одна из проблем современного сельского хозяйства.

Доказательством подобному утверждению могут служить данные почвенного института имени Докучаева, показывающие, что производственная деятельность на Земле в целом (в частности и земледелие) привела к созданию нового типа почвы под названием агрозем. Этот новый тип почвы имеет относительно однородный

поверхностный горизонт, существенно отличающийся от естественной почвы [145].

Принимая участие в сельскохозяйственном производстве, земля на полном основании может быть отнесена к материально-технической базе аграрного производства и исследуется в качестве производственного потенциала.

Критикуя точку зрения исследователей, рассматривающих землю в качестве отдельного ресурса в составе производственного потенциала, А. И. Индюков полагает, что в материально-технической базе сельскохозяйственного производства в качестве основного ресурса определяется земля. Далее автор характеризует этот ресурс, как сочетание свойств земли и природных условий. На основании этого делается вывод о том, что в материально-технической базе сельскохозяйственного производства отражается комплексная оценка земли как орудия и предмета труда [146].

Достаточно сложно прокомментировать точку зрения, представляющую собой яркий пример сложной гибридизации.

Характеризуя землю в качестве экономического потенциала, некоторые исследователи считают ее важнейшим фактором производства, рассматриваемым в качестве предмета труда [112].

Земля как средство производства в аграрном секторе экономики вызывает массу споров, порождая противоречивые точки зрения к сельскому хозяйству в целом как направлению экономической деятельности. Большинство исследователей приписывают сельское хозяйство к сложной отрасли (хотя встречаются и иные точки зрения), и наличие земли относят к выгодной его особенности, обосновывая свои взгляды отсутствием ее морального и физического износа. Следовательно, в процессе производства не требуется замены земли более совершенными средствами, а при рациональном использовании она улучшает свое главное качество – плодородие [147].

Автор прав только отчасти, поскольку во внимание не принимаются иные факторы кроме износа. Многообразие причин способных вызвать безвозвратное исчезновение земли как средства производства (в конкретных условиях) является ярким доказательством данному утверждению: природные катаклизмы (затопление, эрозия), выбытие из землепользования для целей строительства жилья, коммуникаций, производственных сооружений, промышленное, в том числе радиоактивное, загрязнение.

Это косвенно подтверждает Т. А. Чижикова, отмечая непостоянство земли как средства производства и связывая это с ее функциями, основой для изменения которых автор считает меняющиеся направления деятельности, задачи и уровень развития производства [113].

Резюмируя мнения исследователей по вопросам особенностей земли как средства производства, можно отметить ее основные признаки: незаменимость, ограниченность, не перемещаемость, зависимость от климатических изменений и плодородие (рис. 24). С учетом этих признаков и должна строиться стратегия аграрного производства.



Рис. 24. Характерные признаки земли как средства производства

Главная цель сельского хозяйства – получение максимальной прибыли.

Основой эффективности растениеводства выступает урожайность, которая находится в зависимости от ряда факторов, научно обоснованное сочетание которых позволит максимизировать потенциальный ресурс почвы.

К числу наиболее эффективных приемов повышения эффективности использования земли следует отнести:

- организацию сельскохозяйственного производства на принципах адаптации;
- внедрение энергоэффективных экологически безопасных технологий;
- пересмотр селекционных программ с учетом глобального изменения климата;
- внедрение высокоэффективных экологически пластичных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, максимально использующих климатический потенциал;
 - внедрение новых методов и приемов труда;
 - внедрение в производство перспективных интродуцентов;
 - соблюдение комплекса мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации земель сельскохозяйственного назначения [85].

Земля, в особенности ее верхний плодородный слой (почва), – основной ресурс и средство производства в сельском хозяйстве. Этот уникальный ресурс постоянно подвергается воздействию внешних и внутренних факторов. Но никогда еще с момента формирования и участия ее в преобразовании нашей планеты земля как источник благ не испытывала на себе угрожающего воздействия.

С точки зрения геологии ничего сверхъестественного не происходит. Разрушение почвы, как и ее формирование, протекает постоянно, но проблема современности заключается в том, что процессы разрушения идут интенсивнее.

Процесс почвообразования достаточно длительный (0,5–2,0 см в столетие). Пахотный горизонт (18–25 см) формируется от 2,0 до 8,5 тысяч лет [148], в то время как процесс деградации идет более быстрыми темпами. Уже деградировало 1,5–2,0 млрд га земель. По данным ООН 40 % земель в мире считаются деградирован-

ными. Ежегодно выбывает 8–10, а по некоторым данным – 15–20 млн га [149].

Земельные ресурсы обеспечивают определенный уровень экосистемных услуг и продовольственную безопасность [150].

По причине роста населения и урбанизации спрос на земельные ресурсы возрастает на фоне ухудшения их качества [150, 151]. Кроме того, сама жизнедеятельность человека на планете становится опасной для ее существования из-за варварского отношения к экологии, природным ресурсам и безответственных методов хозяйствования.

Только разумное использование земли, особенно в аграрном производстве, обеспечит экологическую и продовольственную стабильность, а также шанс ныне живущим и будущим поколениям на социально-экономическое благосостояние.

В этой связи управление земельными ресурсами рассматривается как одна из главнейших целей современности, требующая взвешенного и эффективного решения.

Земля с присущими ей характеристиками и особенностями обеспечивает ряд экосистемных услуг. Природный капитал, воплощенный в понятии земля, вносит значительный вклад в благосостояние человека.

Экосистемные услуги обеспечиваются за счет:

- производства с участием искусственных сообществ растений (агроценоз, агрофитоценоз);
- получения благ от естественных экосистем (дары леса, моря, рек, озер, океанов и болот).

Климатически оптимизированное производство должно обеспечивать:

- очистку и регулирование водных ресурсов (биосферный фильтр);
- связывание углерода (почва считается вторым после мирового океана хранилищем углерода) [152];
- переработку (за счет деятельности почвенных микроорганизмов) продуктов жизнедеятельности человека, животных и растительных остатков;
- поддержание биоразнообразия.

Концепция функционального управления земельными ресурсами предполагает оптимизацию, а не максимизацию выгод от использования земли [152]. Данная концепция подразумевает расчетливый осторожный подход, и, хотя максимальные выгоды не сама цель,

оптимизация, построенная на выборе лучшего варианта, обеспечит переход системы земледелия в состояние глобальной устойчивости.

Рациональное управление мировыми земельными ресурсами в широком смысле слова возможно только при соблюдении принципов оптимизации внутри групп, обеспечивающих экосистемные услуги. И в идеале каждая из этой группы требует индивидуальной системы управления.

По сути первая группа представляет собой сельскохозяйственное производство. Она находится в достаточно сложной взаимосвязи с естественным фитоценозом. Агроценоз – искусственное сообщество культивируемых растений – конкурирует с естественными растительными сообществами, поддерживающими хрупкое биоразнообразие. И эта конкуренция не в пользу последних. Агроценоз – доминирующая система землепользования.

Современные исследования показывают высокую зависимость между системой землепользования и деградацией земель [153], и мировое сообщество подчеркивает значение устойчивого землепользования в целях восстановления экосистем [154].

Поскольку деградация земель в мире составляет 30 % суши, почти 3 млрд человек проживает на разрушенных землях и ежегодные издержки от этого негативного явления доходят до 300 млрд дол. США [150].

Общемировые отрицательные тенденции характерны и для Республики Беларусь. В Беларуси достаточно высокая степень освоенности земель. Долгие годы одним из приемов повышения валовых сборов было включение в производственный цикл неиспользуемых ранее территорий (заболоченные, низинные участки). По мнению специалистов, это стало одной из причин деградации этих земель [155].

Площадь нарушенных земель в Беларуси (земли, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением) на 1 января 2020 г. составляла 25,1 тыс. га [156].

По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси в республике насчитывается более 20 видов и форм деградации. В числе основных: водная, ветровая эрозия и минерализация органического вещества торфяных почв. Водной и ветровой эрозии подвержены 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, это преимущественно пахотные земли (479,5 тыс. га). На водную эрозию приходится 85 % [85].

Прогнозируемое увеличение численности населения приведет к росту спроса на продукты питания. Расширение земель сельскохозяйственного использования за счет освоения новых территорий возможно лишь частично. Удовлетворение потребностей населения станет возможным исключительно за счет интенсификации уже используемых земель [157].

Практика показывает, что предотвращение деградации земель за счет разумного управления ими с использованием научных знаний, почвенно-климатических особенностей зоны и технологий обходится гораздо дешевле, нежели восстановление деградированных земель [153].

Устойчивое управление земельными ресурсами предполагает внедрение в практику систем земледелия, позволяющих максимизировать социально-экономические выгоды от земли при сохранении экологической стабильности.

Кроме того, устойчивое управление земельными ресурсами даст возможность существенно снизить отрицательное воздействие комплекса факторов (рост населения, урбанизация, деградация земель, климатические изменения).

Из 17 целей ООН по устойчивому развитию 6 прямо или косвенно нацелены на управление земельными ресурсами [152]:

- содействовать устойчивому сельскому хозяйству и добиться глобальной продовольственной безопасности;
- обеспечить устойчивое управление водно-воздушным режимом почв;
- обеспечить всеобщую доступность к источникам энергии;
- обеспечить функционирование устойчивых моделей производства и потребления;
- принять меры по борьбе с изменениями климата и его последствиями;
- защита, поддержание и восстановление природных экосистем.

К ключевым моментам регионального управления земельными ресурсами относятся:

- взвешенная государственная политика в вопросах использования земельных ресурсов;
- управление земельными ресурсами на экологических и экономических принципах;
- использование эффективных и экологически безопасных систем земледелия;
- развитие почвозащитного и энергоэффективного земледелия.

Земля, особенно ее верхний плодородный слой (почва), – органо-минеральная субстанция с наличием в ней живых объектов (микроорганизмов, дождевых червей, насекомых), принимает участие в производственном цикле. Управлять достаточно изученной и в то же время постоянно меняющейся в пространстве и времени системой – задача не из легких.

Мировая продовольственная среда целиком зависит от региональных продовольственных систем и эффективная деятельность последних – существенный вклад в мировую продовольственную безопасность.

В задачу регионального управления земельными ресурсами входит:

- оценка состояния и регулярный мониторинг земельных ресурсов;
- экологический контроль;
- выбор модели производства и потребления для уменьшения отходов продуктов питания;
- регулирование питательного, водно-воздушного режимов почвы и биологического равновесия:
 - а) повышение плодородия почв;
 - б) оптимизация структуры посевных площадей;
 - в) подбор системы обработки почвы;
 - г) внесение удобрений с учетом географических, почвенно-климатических и технологических особенностей;
 - д) экологически и экономически обоснованное использование средств защиты растений;
 - е) диагностика микробиологического состояния почв и поддержание биологического равновесия;
 - ж) применение ирригации;
 - з) использование современных достижений и широкое внедрение инноваций;
 - и) обмен опытом и знаниями.

Успешное решение поставленных задач во многом зависит от технологий и требований, предъявляемых к ним (рис. 25).

Акцентируя внимание на отдельных задачах, связанных с адаптацией отечественного земледелия, следует отметить особую роль некоторых из них, имеющих под собой доказательную базу.

Одним из факторов продуктивности растений является плодородие почвы. Учитывая ее основную особенность как средства производства

в сельском хозяйстве следует отметить, что плодородие подразумевает способность поддерживать оптимальный режим, обеспечивающий рост и развитие растений, обуславливающие экономическую целесообразность их культивирования при четко функционирующей системе управления затратами и условиями окружающей среды в производственном цикле.

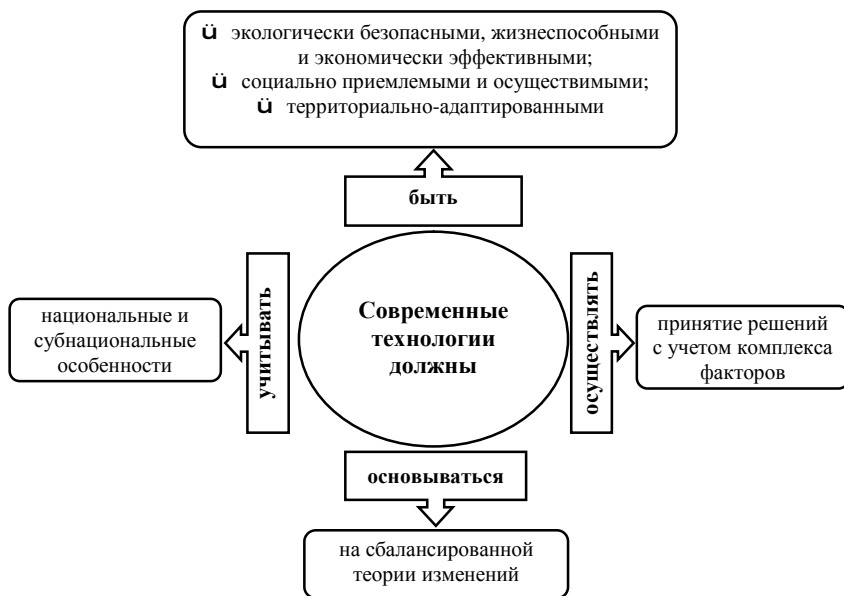


Рис. 25. Требования, предъявляемые к технологиям

Данные, приведенные в табл. 29 и 30, показывают прямую корреляционную зависимость урожайности от естественного плодородия почвы. В табл. 29 приведены районы с самым низким показателем балла плодородия: Ушачский район – 26,3; Мядельский – 25,5 Малоритский 25,2; Лунинецкий – 25,0; Россонский – 22,8. Кроме того, эти районы расположены в различных агроклиматических зонах Беларуси. Россонский и Мядельский – Северная, Ушачский – Центральная, Лунинецкий – Южная, Малоритский – Новая зона. Средняя урожайность зерновых и зернобобовых за период с 2010 по 2020 гг. в Россонском и Мядельском районах (Северная зона) была на уровне 20,2 ц/га, в Ушачском (Центральная) – 21,0 ц/га, Лунинецком (Южная) – 24, 7 ц/га, Малоритском (Новая) –

30,2 ц/га. Урожайность 20, 2 ц/га в районах Северной зоны не на много отличается от урожайности этой группы культур в районе Центральной зоны.

Сглаживание разницы произошло за счет Мядельского района, средняя урожайность зерновых и зернобобовых в котором составила 22,3 ц/га. Мядельский район был выбран не случайно, поскольку почвы Россонского района оказались менее плодородными (22,8 балла) по сравнению с районами других зон, обладающих наименьшим баллом плодородия (их средний балл 25,5). Основная цель такого подхода – сокращение разницы между плодородием почв в анализируемых районах.

Урожайность картофеля в районах Северной зоны составила 126,1 ц/га, что на 34,6 ц выше, чем в Центральной зоне, и на 41 ц меньше, чем в Лунинецком районе (Южная зона).

Если посмотреть на среднюю урожайность картофеля в Мядельском районе (158,3 ц/га), она выше средней урожайности культуры в Малоритском районе, отнесенном к Новой зоне (141,8 ц/га) и только на 8,8 ц ниже средней урожайности в Лунинецком районе (167,1 ц/га).

По урожайности овощей в зависимости от агроклиматического зонирования лидирующее место занимает Лунинецкий район (220,0 ц/га), затем идет Малоритский (178,6 ц/га), после него – Мядельский (140,2 ц/га), затем – Россонский (119,2 ц/га) на пятом месте Ушачский (74,0 ц/га). Прослеживается разница в урожайности сельскохозяйственных культур на почвах с низким баллом плодородия в зависимости от зоны возделывания.

Вероятнее всего, окруженный со всех сторон центральной зоной Мядельский район ближе к Центральной, нежели к Северной агроклиматической зоне. По средней урожайности культур, приведенной в табл. 29, Мядельский район конкурирует с районами Центральной и даже Южной зон.

Значительная разница в урожайности сельскохозяйственных культур отмечена на почвах с высоким плодородием (балл от 35 и выше). Для анализа были подобраны районы: Несвижский с баллом почвы – 43,9 (Южная зона), Круглянский – 38,1 (Центральная зона), Брестский – 35,0 (Новая зона).

Прослеживается четкая связь урожайности с плодородием почвы, особенно эта связь заметна на почвах, имеющих высокую оценку почвенного плодородия (табл. 30).

Таблица 29

Урожайность сельскохозяйственных культур с учетом агроклиматического районирования
на почвах с низким естественным плодородием, ц/га

Район	Год										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Зерновые и зернобобовые											
Россонский	13,6	18,6	19,3	15,9	19,3	23,8	17,2	15,5	15,6	19,6	19,9
Мядельский	20,3	24,0	27,5	18,8	22,5	29,2	21,3	21,1	17,5	17,8	25,4
Ушачский	16,1	19,1	20,3	16,9	22,3	30,5	20,3	20,9	19,6	23,0	21,8
Лунинецкий	22,9	23,1	27,3	20,2	29,3	28,1	23,7	23,9	22,1	24,4	26,9
Малоритский	22,9	25,6	29,9	22,7	30,1	31,7	29,1	25,1	27,8	27,9	31,2
Свекла сахарная											
Россонский	–	–	–	–	61	–	–	–	–	136	60
Мядельский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ушачский	–	–	–	–	112	–	–	–	–	106	52
Лунинецкий	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Малоритский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Картофель											
Россонский	70,0	65,0	123,0	108,0	61,0	149,0	107,0	62,0	92,0	136,0	60,0
Мядельский	120,0	169,0	232,0	207,0	136,0	147,0	163,0	147,0	146,0	168,0	106,0
Ушачский	66,0	159,0	94,0	80,0	112,0	100,0	82,0	77,0	79,0	106,0	52,0
Лунинецкий	155,0	147,0	181,0	135,0	150,0	144,0	161,0	242,0	195,0	146,0	182,0
Малоритский	145,0	117,0	140,0	136,0	170,0	102,0	103,0	168,0	186,0	121,0	172,0

Район	Год										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Овощи											
Россонский	86,0	145,0	103,0	100,0	147,0	137,0	105,0	125,0	152,0	110,0	101,0
Мядельский	122,0	247,0	171,0	191,0	90,0	111,0	131,0	139,0	108,0	109,0	123,0
Ушачский	91,0	100,0	68,0	91,0	102,0	49,0	28,0	39,0	63,0	86,0	97,0
Лунинецкий	161,0	194,0	270,0	193,0	289,0	173,0	270,0	237,0	195,0	405,0	33,0
Малоритский	187,0	234,0	164,0	198,0	228,0	105,0	235,0	179,0	147,0	214,0	74,0
Льноволокно											
Россонский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мядельский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ушачский	6,8	5,8	7,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Лунинецкий	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Малоритский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Рациональное использование почвенного, биоклиматического и экономического потенциалов земель сельскохозяйственного назначения это малозатратный резерв повышения эффективности растениеводства. В основе совершенствования подобного рода рационализации лежит концентрация производства определенных видов продукции с учетом агроклиматического районирования, основанного на подборе лучших природно-экономических зон и районов, благоприятствующих повышению продуктивности сельскохозяйственных культур с минимумом затрат.

Среди факторов, влияющих на результативность растениеводства, за пределом человеческого влияния погодно-климатические условия. Тем не менее эффективное использование агроклиматического потенциала территории возможно и необходимо, особенно в условиях глобального изменения климата. Один из путей достижения этого – выработка стратегии возделывания культур в конкретной зоне путем видового и сортового подбора через установление корреляционной зависимости урожайности от климатических условий и технологических решений.

Так, средняя урожайность зерновых и зернобобовых в Круглянском и Брестском районах за годы проведения исследований была на уровне 40, 4 ц/га, что на 20 ц ниже по сравнению с Несвижским районом, обладающим максимальным плодородием почвы.

Несмотря на то что почвы Круглянского района более плодородные, нежели почвы Брестского района, урожай получен равнозначный. В числе факторов, повлиявших на это, могут быть: агротехнические, организационно-экономические и погодно-климатические. Среди реально наблюдаемых в нашей ситуации факторов – принадлежность районов к различным агроклиматическим зонам. Круглянский район – Центральная зона, Брестский район – Новая зона (табл. 30). Аналогичная картина наблюдается на примере районов, получивших наибольшую урожайность зерновых культур в 2020 г. (рис. 26).

Таблица 30

Урожайность сельскохозяйственных культур с учетом агроклиматического районирования
на почвах с высоким естественным плодородием, ц/га

Район	Год										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Зерновые и зернобобовые											
Круглянский	30,9	39,7	44,0	43,7	46,0	46,5	43,3	45,4	30,4	33,1	38,1
Несвижский	54,3	55,8	64,5	59,1	68,2	68,3	56,8	63,3	49,3	61,2	64,1
Брестский	35,4	41,2	45,0	37,0	44,2	42,1	44,5	46,5	34,8	38,2	42,7
Свекла сахарная											
Круглянский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Несвижский	485,0	550,0	592,0	534,0	549,0	415,0	520,0	622,0	547,0	604,0	518,0
Брестский	370,0	466,0	544,0	394,0	553,0	354,0	559,0	556,0	502,0	489,0	557,0
Картофель											
Круглянский	178,0	195,0	90,0	–	–	196,0	141,0	236,0	275,0	216,0	50,0
Несвижский	340,0	255,0	326,0	338,0	370,0	387,0	494,0	483,0	443,0	426,0	392,0
Брестский	147,0	269,0	234,0	189,0	220,0	148,0	207,0	277,0	293,0	247,0	208,0
Овощи											
Круглянский	63,0	71,0	20,0	–	–	55,0	27,0	109,0	133,0	157,0	214,0
Несвижский	319,0	286,0	292,0	199,0	230,0	171,0	314,0	203,0	64,0	116,0	109,0
Брестский	198,0	258,0	228,0	287,0	297,0	152,0	227,0	125,0	366,0	246,0	230,0
Льноволокно											
Круглянский	5,9	5,8	8,6	6,8	7,1	5,0	6,8	4,9	8,1	6,0	5,7
Несвижский	10,4	9,1	13,3	13,1	–	–	–	–	–	–	11,4
Брестский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



Рис. 26. Районы-лидеры по урожайности зерновых культур в 2020 г.

Самая большая урожайность (56,7 ц/га) в районах Южной агроклиматической зоны со средним баллом плодородия 39,2. Центральная и Южная зоны мало чем отличаются как по среднему баллу плодородия, так и по средней урожайности. В районах Центральной зоны при среднем балле плодородия почвы 32,2 получено 39,7 ц/га, а в Новой зоне средняя урожайность зерновых была на уровне 37,4 ц/га при балле плодородия почвы 29,9.

По сравнению с зерновыми и зернобобовыми, разница в средней урожайности сахарной свеклы между анализируемыми районами гораздо скромнее. Урожайность этой культуры в Несвижском районе только на 53,8 ц выше, чем в Брестском. Вероятнее всего, это связано с особенностями сельскохозяйственных культур. В группе зерновых и зернобобовых более 90 % приходится на зерновые, а среди них более 50 % занимают озимые формы. Имея более длительный жизненный цикл (начинается осенью прошлого года и заканчивается в конце лета текущего), они в разы эффективнее используют как естественное плодородие почвы, так и климатический потенциал.

Тенденция зависимости урожайности овощей от плодородия не прослеживается. В лидерах по средней урожайности овощей – Брестский район (237,6 ц/га) с самым низким из анализируемых

районов баллом плодородия (35,0), за ним следует Несвижский (209,3 ц/га), у которого самый высокий балл (43,9), в Круглянском районе (балл плодородия 38,1) за годы проведения анализа средняя урожайность овощей составила 94,3 ц/га.

В статистической отчетности приводится средняя урожайность по основным представителям овощей: капуста белокочанная, свекла столовая, морковь столовая, лук репчатый. Урожайность каждой из этих культур в отдельности в значительной степени может варьировать как от естественного плодородия почвы, так и от агроклиматической зоны. Разнообразие культур, входящих в статистическую группу «овощи», увеличивает долю погрешности, снижая достоверность.

Что касается картофеля, в лидерах Несвижский район (386,7 ц/га), на 165,0 ц ниже урожайность в Брестском районе, а в Круглянском районе средняя урожайность картофеля на 46,5 ц ниже, чем в Брестском, притом что почвы Круглянского района несколько плодороднее почв Брестского. Вероятнее всего, окупаемость балла плодородия в Новой агроклиматической зоне (Брестский район) оказалась несколько выше по сравнению с Круглянским районом (Центральная зона). В данной ситуации достаточно сложно аргументировано привести основную причину, хотя погодноклиматические условия и особенности зоны возделывания культуры нельзя игнорировать.

В заключение следует отметить, что:

- земельные ресурсы, наряду с водными и растительными, считаются основой экосистемных услуг и продовольственной безопасности;
- методы устойчивого управления призваны повысить эффективность их использования и минимизировать противоречия, сложившиеся между искусственными (агроценозы) и естественными (биоценозы) сообществами растений;
- управление земельными ресурсами продиктовано временем и носит объективную необходимость;
- успех от управления земельными ресурсами будет зависеть от конкретных почвенно-климатических и социально-экономических условий.

7. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Изменение климата представляет собой серьезную проблему для мировой продовольственной безопасности. Самым сложным вопросом, стоящим перед политиками XXI столетия, является разумное управление этой безопасностью. Недавно президент Франции обвинил своего американского коллегу в расколе Запада из-за закона о климате. Принятый закон в США, предусматривающий субсидии за переход к «зеленой энергетике», дробит западное общество. Возникают неконкурентные условия для Европейских компаний. Кроме того, NASA отменило запланированный запуск спутника, который должен отслеживать выбросы парниковых газов над Северной и Южной Америкой. Этот проект признан слишком дорогостоящим и сложным. Непостоянство точек зрения и действий мировых политиков порождает рост эмоциональной напряженности и неуверенности в завтрашнем дне.

Признавая, что продовольственная безопасность может усугубляться климатическими изменениями, высказываются и серьезные опасения, что усилия по смягчению последствий климатических изменений, особенно путем масштабного сокращения выбросов углекислого газа, могут также отрицательно повлиять на продовольственную безопасность.

По косвенной и приблизительной оценке усилий по смягчению последствий климатических изменений можно предположить, что они могут быть несоизмеримо высоки по сравнению с прогнозируемыми потерями от этих изменений.

Несмотря на то что большинство прогнозов по поводу снижения урожайности сельскохозяйственных культур неутешительны в отношении зримого будущего, текущее воздействие климата на разнообразие сельскохозяйственных культур на субнациональном уровне и ожидаемые последствия на мировую продовольственную безопасность остаются неясными [158]. По причине неоднородности влияния климатических изменений на различные культуры в зависимости от различных сценариев и агроклиматических зон.

Негативное влияние климатических изменений в настоящий момент характерно для Европы, Южной Африки, Австралии. Положительные тенденции прослеживаются в Латинской Америке. В Северной и Центральной Америке подобного рода изменения

неоднозначны [158]. Очень сложно судить о мировой продовольственной безопасности по трансформационным изменениям в отдельных странах и регионах с учетом пространственно-временных изменений, не отличающихся постоянством.

Считается, что изменение климата увеличит расход водных и энергетических ресурсов для производства продуктов питания, и в этой связи закономерно, что продовольственная безопасность будет зависеть не только от производства, но и от конъюнктуры рынка. Противоречия между производством и рынком могут превратиться в основную причину нестабильности [159].

По мере нарастания проблемы может возникнуть необходимость в нерыночной системе распределения продуктов питания. При этом сдерживание цен на сельскохозяйственную продукцию в рамках нерыночного распределения однозначно приведет к ухудшению социально-экономического положения тружеников села с последующей их миграцией.

Эксперты высказываются по поводу того, что борьба с изменениями климата должна вестись параллельно с борьбой за стабилизацию мировой продовольственной безопасности. В противном случае производство продуктов питания осложнится не только климатическими изменениями, но и мерами по борьбе с ними [159]. Задача это весьма сложная. Если у мировой общественности есть рычаги политического и экономического влияния на рынок, то на климат с положительной его реакцией на процесс производства повлиять непросто, если вообще возможно, без отрицательных последствий.

Угроза продовольственной безопасности в условиях климатической нестабильности одна из причин, лежащих в основе климатической катастрофы. Климатические изменения приводили к гибели или трансформации предыдущих цивилизаций и пяти массовым вымираниям. Нынешнее изменение климата может привести к следующему вымиранию. И в настоящий момент все происходит очень быстро и это вызывает большую тревогу.

Человек за 12 тысяч лет в стабильном климате приспособился и достиг небывалого успеха. Основным показателем приспособления к климатическим условиям стала локализация человечества в климатических зонах со среднегодовой температурой в пределах +13 °С. Последствия потепления могут подавить локальную и глобальную адаптацию и внести трудно преодолимые коррективы.

К климатическим проблемам добавляются пандемии. Подрывается способность человека оправиться от других катаклизмов не климатического характера.

Социально-экономический успех цивилизации, подкрепленный устойчивой биосферой голоцена, стал постепенно меняться и по мнению специалистов, мы уже вступили в эпоху антропоцена, столкнувшись с нестабильностью жизненно важных систем (политической, социальной, климатической) [160].

На продовольственную безопасность оказывают влияние ряд факторов: 1) антропогенные (рост населения, плотность населения, урбанизация, сокращение пахотных земель); 2) природно-климатические (биоклиматический потенциал территории, дефицит влаги, деградация земель сельскохозяйственного назначения); 3) экологические (рост отходов жизнедеятельности человека, ухудшение экологии на планете); 4) политические (разногласия, войны, конфликты, санкции); 5) транспортно-логистические и торговые.

Механизм преодоления конфликтных ситуаций порой отсутствует и ведет к политической, экономической и социальной напряженности с вытекающими последствиями для мирового сообщества. Можно выделить несколько объектов уязвимости, непосредственно связанных с продовольственной безопасностью (рис. 27).



Рис. 27. Уязвимость продовольственной безопасности

Для обеспечения продовольственной безопасности необходимо взаимодействие между накопленным социальным человеческим и природным капиталом. Экосистемы не в состоянии обеспечить выгоды людям без их участия.

По мере нарастания проблем увеличивалась озабоченность мирового сообщества, особенно в период климатической нестабильности, в первую очередь продовольственной безопасностью. Все это находит отражение в комплексе мероприятий (табл. 29).

Таблица 29

Хронология степени обеспокоенности проблемой продовольственной безопасности

Дата и событие	Поднимаемые проблемы, трактовка содержания
1970 г. Д. Форрестер разработал модели «Мир-1» и Мир-2»	Отражена связь между населением планеты, производством сельскохозяйственной продукции, природными ресурсами и экологией
1972 г. Дмитрий Медоуз и другие разработали модель «Мир-3». Опубликованы результаты исследований под названием «Пределы роста»	Модель построена с учетом глобальных процессов (быстрая индустриализация, рост численности населения, нехватка продуктов питания, истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды)
1972 г. Доклад Римского клуба по проекту «Проблемы человечества»	Включает результаты моделирования роста населения на планете и истощения природных ресурсов. Содержит определение пределов экономического и демографического роста и методы нахождения оптимальных сценариев развития социума
1974 г. Рим. Всемирная продовольственная конференция	Обеспечение продовольствием, стабилизация цен на национальном и международном уровнях

Дата и событие	Поднимаемые проблемы, трактовка содержания
1993 г. Выход книги «За пределами роста», авторы: Донелла Медоуз, Йорген Рандерс, Денис Медоуз	Предложены меры по снижению народонаселения признаны неэффективными (на примере Китая)
1980 г. – Процесс глобализации	
1996 г. Римская декларация о всемирной продовольственной безопасности	Продовольственная безопасность рассматривается в широком смысле в непосредственной связи с социально-экономическим и политическим развитием, стабильностью производства и потребления, гендерным равенством, защитой окружающей среды, конфликтными ситуациями
2012 г. Рим. Продовольственная безопасность и изменение климата. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питанию	Повышение устойчивости продовольственной системы, содействие участию в выработке и реализации решений, обмен знаниями, проведение научных исследований
2021 г. Рим. Комитет по всемирной продовольственной безопасности. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания	Создание глобальной концепции продовольственной безопасности и питания на период до 2030 г.
2022 г. На базе нескольких учреждений ООН создан координационный центр ООН по продовольственным системам	Координация по объединению знаний и опыта, имеющихся у различных заинтересованных сторон в области продовольственной системы, в целях оказания сторонам поддержки в выполнении целей устойчивого развития с учетом региональных особенностей отдельных стран

Еще в 1972 г. Дмитрий Медоуз предложил комплекс мер: в зависимости от сценария модели, активное или мягкое ограничение рождаемости. По его расчетам снижение уровня жизни должно было начаться с 2020 г. В числе основных причин отмечались: деградация земель сельскохозяйственного назначения, социальное неравенство и рост цен на продовольствие и ресурсы. Позже автор данной концепции опроверг свою точку зрения (см. табл. 29).

После Всемирной продовольственной конференции 1974 г. продовольственная безопасность рассматривалась с позиций национальной самообеспеченности. Все изменилось в 1980-е гг. Отмечается процесс всемирной экономической, политической, культурной и религиозной интеграции (глобализация). Для этого периода характерна экономическая доступность продуктов питания. Региональная Продовольственная безопасность тесно связана с экономическим развитием страны (см. табл. 29).

В 1990 г. основа продовольственной безопасности начинает пересматриваться с учетом уже накопленного опыта и изменившейся политической и социально-экономической ситуации на планете.

В двухтысячные годы мировая общественность серьезно обеспокоилась влиянием глобального изменения климата на продовольственную безопасность (см. табл. 29). И хотя распространение недоедания в мире имеет тенденцию снижения (табл. 30), Африка имеет серьезные проблемы с продовольствием, которые на фоне климатической нестабильности и отставания технологических решений могут привести к дестабилизации продовольственной безопасности с вытекающими негативными последствиями.

Гуманитарная деятельность по стабилизации продовольственной безопасности не может проходить в одиночку. Необходимы совместные усилия мирового сообщества [161].

Особую обеспокоенность вызывает Южная и Западная Африка. Начиная с 2016 г. здесь отмечается рост численности недоедающих. А в Северной Африке этот процесс прослеживается с 2012 г. Распространенность недоедания является комплексным показателем устойчивости продовольственной безопасности.

Вызывает обеспокоенность и тот факт, что, начиная с 2019 г., имеет место рост нехватки продовольствия, по прогнозным данным ситуация будет усугубляться. В числе исключений Океания, Северная Америка и Европа (табл. 30).

Распространенность нехватки продовольствия в мире, %

Регион	Периоды, отдельные годы										
	1990–1992	2000–2002	2005–2007	2010–2012	2015	2016	2017	2018	2019	2020*	2021*
Мир	18,6	14,9	14,3	11,8	8,0	7,8	7,6	7,7	8,0	9,3	9,8
Африка	27,6	25,4	22,4	20,7	15,8	16,3	16,4	17,0	17,4	19,6	20,2
Азия	23,6	17,6	17,3	13,5	8,0	7,5	7,1	7,1	7,4	8,6	9,1
Латинская Америка и Карибский бассейн	14,7	11,4	8,4	6,4	5,8	6,7	6,4	6,6	6,7	8,0	8,6
Океания	15,7	16,5	15,4	13,5	5,7	5,8	5,8	5,7	5,6	5,4	5,8
Северная Америка и Европа	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

* Прогнозные данные.

Сельское хозяйство относится к датируемым отраслям экономики во многих странах мира. Это объясняется значимостью выполняемых им задач. Государственная поддержка сельского хозяйства и агропромышленного комплекса рассматривается в качестве основы, на которой базируется государственная аграрная политика, повышение эффективности агропромышленного комплекса. Совершенствование подходов в вопросах государственной поддержки аграрного сектора позволит избежать глобального продовольственного кризиса.

Уровень субсидирования во многом зависит от уровня доходности страны и ее экономического состояния. В странах с высоким уровнем доходности значительно высок уровень поддержки, предоставляемой на производство, а в странах с низким уровнем – на общие услуги, включающие в себя расходы на НИОКР, развитие инфраструктуры, контроль качества, содействие сбыту и рекламе, расходы на создание государственных запасов, охрану окружающей среды (табл. 31).

Субсидирование агропродовольственного сектора в период с 2013 по 2018 гг.
с учетом градации стран по уровню доходности [163]

Уровень доходности стран	Бюджетная поддержка (доля от стоимости сельскохозяйственной продукции), %		
	высокий	12,6	3,9
выше среднего	4,9	3,0	0,2
средний	4,1	2,5	2,6
низкий	0,6	2,3	0,6

Учитывая мировой и отечественный опыт, к основным путям стабилизации агропродовольственного рынка в условиях климатической нестабильности следует отнести:

- расширение международной торговли сельскохозяйственной продукцией;
- сокращение и устранение торговых барьеров;
- поиск новых рынков;
- развитие двухсторонних и многосторонних мероприятий сотрудничества на принципах глобального партнерства для противостояния климатическим вызовам;
- развитие в странах целесообразных направлений экономической деятельности;
- развитие климатически оптимизированного земледелия;
- разработка, принятие и внедрение программ развития рынка;
- широкое внедрение инноваций;
- всеобщее образование – путь к осознанию происходящего и адекватного реагирования на имеющиеся и грядущие изменения;
- сокращение разрыва между потенциальной и фактической урожайностью сельскохозяйственных культур за счет управления технологиями, организацией труда и производства;
- развитие науки, выступающей гарантом стабилизации агропродовольственного рынка в условиях экономической нестабильности и климатической неопределенности.

Путь к стабилизации мирового продовольственного рынка лежит через расширение международных связей. Особенно это важно в условиях внешней нестабильности и климатической неопределенности. Широкое внедрение инноваций связано с выбором политики

взаимоотношений, начиная с устранения препятствий для свободной торговли.

Нынешняя ситуация в мире характеризуется противоположностью взглядов и реальных подходов к решению проблем подобного рода. Первоначальная реакция на эти проблемы – идти в обратном направлении от глобализации в сторону самодостаточности. Но этот путь редко приводит к успеху, поскольку увеличивает затраты и порождает инфляцию, так как не учитывается бесценный опыт других стран.

Преобразование продовольственной системы с учетом климатических изменений – единственный путь стабилизации мировой продовольственной безопасности и сохранения планеты для будущих поколений.

7.1. Инновационный путь развития – основа продовольственной безопасности

Глобальные сельскохозяйственные системы испытывают колоссальное воздействие по причине растущего спроса на продукты питания и изменение климата. С момента зарождения и на протяжении всего существования в задачу сельского хозяйства входило обеспечение продовольственной безопасности, и растениеводство является одним из видов экономической деятельности, лежащей в ее основе.

В настоящее время прокормить растущее население планеты в условиях климатических изменений – большая проблема из-за сокращения плодородных земель, засухи или чрезмерного увлажнения. Растениеводство уже находится под угрозой. В ближайшее время на него будут негативно влиять экстремальные температуры, интенсивность и частота осадков, дефицит питательных веществ, вредители, болезни.

Поддержание устойчивого производства продуктов питания в условиях изменения климата для настоящего и будущего сельского хозяйства важнейшая задача. Человечество выжило в постоянно меняющихся условиях только благодаря инновационным решениям. Если бы человечество не совершенствовало свои технологии, оно не смогло бы справиться с вызовами внешней среды.

В условиях климатических изменений использование сельскохозяйственных растений с высокой продуктивностью и устойчивостью к стрессовым факторам требует создания сортов и гибридов нового

поколения. Традиционные методы селекции в ближайшем будущем уже не будут отвечать современным требованиям и не смогут в должной мере обеспечить глобальную продовольственную безопасность.

Одно из важнейших задач современной селекции – сокращение достаточно дорогостоящего селекционного процесса. Это становится возможным с использованием искусственного интеллекта, позволяющего фиксировать и отображать реакции растений на внешние вызовы и применяемые агротехнологии в режиме реального времени [164]. Именно климатические изменения дали толчок для развития этого научно-практического направления.

Скоростная селекция – это преобразование современной сельскохозяйственной системы по всему миру за счет сокращения продолжительности селекционного процесса и затрат, связанных с ним [164].

Достаточно часто технология скоростного размножения, как неотъемлемая часть селекции, базируется на использовании искусственного фотопериода. Интенсивность и качество освещения является критическим параметром, но при этом нельзя забывать и о влиянии температурного режима. Система управления селекционным процессом должна строиться по меньшей мере на двух уровнях: селекционно-генетическом и технологическом.

Селекционно-генетический уровень подразумевает создание модели сорта (гибрида) с потенциальной продуктивностью, определенной устойчивостью, экономическим сроком жизни. Технологический уровень подразумевает технологию, вписывающуюся в модель сорта (гибрида) и позволяющую максимально реализовать заложенный в него потенциал.

В основе современных технологий должно лежать фенотипирование растений, позволяющее проводить непрерывный контроль за ростом и развитием сельскохозяйственных растений. Выявление закономерностей организации и изменчивости фенотипических черт растений в виде норм реакции на изменения в процессе адаптационного земледелия позволит создать устойчивый агроценоз.

Управление фундаментальными закономерностями функционирования растительных систем – основа продовольственного суверенитета. Регулярное фенотипирование имеет ряд преимуществ:

- позволяет фиксировать влияние определенного фактора (освещенность, режим питания, температурный режим, водный режим, реакция растений на применяемые технологические приемы);

- даст возможность разработать и применить систему точечного управления основными предметами труда в растениеводстве (сельскохозяйственными растениями);
- обеспечивает получение информации о том, как фенотипический признак взаимодействует с абиотическими и биотическими факторами и как эти факторы влияют на него.

Особую ценность представляет фенотипирование качественных признаков (зимостойкость, засухоустойчивость, питательная ценность возделываемых культур). Вопрос питательной ценности в период глобального изменения климата становится особенно важным. Поскольку одним из направлений адаптационного земледелия рассматривается не повышение урожайности, а улучшение питательной ценности сельскохозяйственных культур [165].

Корневое фенотипирование и надземное позволяют определить потенциальную урожайность, эффективность биостимуляторов, удобрений и средств защиты растений. Данные о фенотипировании обеспечат эффективное внедрение и использование управленческих практик, поскольку фенотипирование сельскохозяйственных культур становится частью системы управления растительными ресурсами агроценозов в точном земледелии на принципах экологизации.

Геномика и точная селекция сегодня являются основными направлениями стабилизации агропродовольственного сектора. В этой связи при разработке алгоритма управления этими процессами приемлем системный подход, основанный на изменении политики в отношении культур и сортов с редактированными генами [166]. Уже установлен факт, что наночастицы, введенные в растения, улучшают процесс фотосинтеза и увеличивают его КПД. Трансгенные растения – важное биоинженерное решение и объективная необходимость, с которой человечество уже столкнулось особенно в период климатических изменений.

Противники данного направления считают, что предлагаемые методы ГМО задерживают и блокируют разработку альтернативных технологических решений для сельского хозяйства. Следует отметить, что на данный момент именно эти альтернативные технологии еще достаточно успешно выполняют свои функции, но требуется проведение исследований на принципиально новом уровне. Наступит момент, когда потребуются срочное внедрение нового в широком масштабе.

Передовые страны уделяют инновационным направлениям должное внимание. Нидерланды рассматривают инновационные технологии в растениеводстве в качестве основного направления развития мирового сельского хозяйства. Правительство этой страны поддерживает выводы Европейского Союза о том, что биотехнология в растениеводстве может сыграть важную роль в экологизации производства продуктов питания, сохранении биоразнообразия и стабилизации продовольственной безопасности в условиях климатических изменений [167].

В программе инноваций они рассматривают редактирование генома как ключевой момент в управлении растительными объектами в контексте их устойчивости к вредителям и болезням [167], что особенно актуально при широком распространении инвазивных видов.

В мире испытывают и внедряют в практику сельскохозяйственные растения с отредактированными генами. В 2022 г. в Гондурасе было занято более 52 000 га под генномодифицированной кукурузой, это на 37 % больше, чем в 2021 г. [168].

В 2022 г. под генномодифицированной кукурузой во Вьетнаме было занято 180 000 га. Страна остается крупным импортером биотехнологических культур и продуктов (соевые бобы, кукуруза, соевая мука, хлопок) [169].

С 2022 г. (19 мая) Европейская комиссия для производства продуктов питания и кормов для животных разрешила импорт двух генетически модифицированных культур – сои и кукурузы.

Сложная политика ЕС в отношении биотехнологии не создает благоприятные условия для исследований. Например, объединенная Европа больше импортирует генетически модифицированных кормов, а сама производит их очень малое количество.

Мировые глобальные кризисы рано или поздно приведут к более прагматическому подходу в отношении биотехнологии. В рамках «Европейской зеленой сделки», стратегии «От фермы к столу» и Стратегии сохранения биоразнообразия планируется пересмотреть свои взгляды в отношении биотехнологии во втором квартале 2023 г. [170].

Изменить климат мы уже не сможем, но разработать подходы по адаптации земледелия – это один из путей избежать голода на ближайшие 100 лет.

Искусственный фотосинтез

Фотосинтез – один из важнейших биологических процессов, в результате которого из неорганических веществ образуются органические, обеспечивающие жизнь на Земле. При этом выделяется кислород, являющийся неотъемлемой частью этой жизни.

Естественный фотосинтез, будучи продуктом биологической эволюции, имеет достаточно низкий коэффициент полезного действия (КПД). Он составляет всего 1 %–2 %. Процесс искусственного фотосинтеза без участия листьев, был впервые осуществлен в 1972 г. в Токийском университете. Ученые смогли смоделировать фотосинтез, подавая свет на электрод из диоксида титана, погруженный в воду. Так впервые удалось разложить воду на составляющие при помощи светочувствительного элемента [171].

Основанный на предположении данный подход вполне реализуемый, так как в его основе лежит модель, отшлифованная в зеленых растениях более чем за 1 млрд лет. Существует точка зрения, что искусственный фотосинтез снимет проблему углекислого газа. Решение многих проблем, в том числе и с глобальным потеплением, возможно с освоением искусственного фотосинтеза. Такие инновационные методы производства могут стать ключевым фактором в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития в будущем [171, 172].

Первое потенциальное применение искусственного фотосинтеза – не что иное, как повышение урожайности. Это один из путей преодоления все более сложных климатических изменений, влияющих на сельское хозяйство. Искусственный фотосинтез может позволить противодействовать отрицательным последствиям изменений климата, благодаря протеканию процесса образования органических веществ из неорганических в контролируемой среде, с минимумом рисков. Сегодня это путь к космическому фермерству [173].

Данный подход заслуживает внимания особенно в условиях роста населения, постоянной деградации земель сельскохозяйственного назначения и как метод снижения отрицательного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду.

Существующая глобальная система производства продуктов питания основана на рыночной власти многонациональных корпораций в сочетании с интенсивным использованием современной химии (удобрения, средства защиты растений, биологически активные вещества) и углеродоемких видов топлива в механизированном,

крупномасштабном сельскохозяйственном производстве. Подобная глобальная продовольственная система наносит ощутимый ущерб устойчивости природным экосистемам и препятствует росту земледелия органической направленности, которое, по мнению многих теоретиков, скорее всего, станет основой производства продуктов питания в будущем [174].

В этой связи использование искусственного фотосинтеза рассматривается как управление глобальной продовольственной системой в период климатической нестабильности.

В мировой практике сельского хозяйства этому направлению уделяют должное внимание. В настоящее время Австралия экспортирует и производит больше продовольствия, чем потребляет, но ученые и эксперты обеспокоены, что ситуация может резко измениться, если в рамках адаптационного земледелия стремиться к повышению устойчивости сельскохозяйственных культур к последствиям экстремальных климатических явлений. Эксперты этой страны полагают, что одно из лучших решений для увеличения и поддержания производства зерновых культур – это управление фотосинтезом, и расценивают его как лучший вариант достижения глобальной продовольственной безопасности. Созданный в этой стране (2014 г.) Центр передового опыта (ARC) в области трансляционного фотосинтеза вплотную занимается проблемой совершенствования фотосинтеза для достижения устойчивых целей в аграрном секторе [175].

Исследования белорусских экологов во многом подтверждают новые подходы в сфере сельскохозяйственного производства. Согласно данным С. А. Сергейчик продуктивность биосферы Земли (количество органического вещества, производимого автотрофными растениями) составляет от $83 \cdot 10^9$ до $164 \cdot 10^9$ т сухого органического вещества в год [176].

На долю мирового океана, покрывающего 70 % общей поверхности земли, приходится около 40 % производства чистой продукции; на долю лесов, занимающих около 30 % от суши, – почти 50 %.

С развитием земледелия леса стали подвергаться уничтожению, кроме того, климатические изменения стали причиной глобальных пожаров. Катастрофическое уменьшение лесов в зоне древнего земледелия (Китай, Мексика, Средиземноморье) представляет серьезную угрозу. Кроме всего прочего, современное сельское хозяйство – основной источник загрязнения окружающей среды и одна из причин глобального потепления.

Городское фермерство

Это одно из инновационных направлений организации производства продуктов питания в городской черте. В современных мегаполисах температура на 2 °С–3 °С выше, чем за их пределами.

Подобные «плантации» могут быть различной конфигурации, с использованием специальных субстратов или без них. Характерной особенностью таких ферм является наличие дополнительных источников света, которые могут использоваться по мере необходимости. В числе основных преимуществ – независимость от погодных условий и возможность управления всеми процессами. При соответствующих технологиях, такого рода фермы могут размещаться практически везде, при этом производство находится в непосредственной близости от потребителя [177].

По прогнозам, мировой рынок городского фермерства вырастет с 137,5 млрд дол. США в 2021 г. до 281,9 млрд дол. США в 2030 г., совокупный годовой темп роста составит 3,1 %. Городское фермерство включает в себя производство, распределение и сбыт продуктов питания и других товаров в мегаполисах и на их окраинах. Часто понятие «городское фермерство» включает: сообщество, школу, сады на заднем дворе и на крыше, вертикальное земледелие и гидропонику, которая выходит за рамки домашнего потребления. Произведенные продукты питания можно продавать на фермерских рынках, напрямую в ресторанах или продуктовых магазинах или через общественные организации [178].

Преимущества городского фермерства:

- решение вопросов продовольственной безопасности в общем и конкретном случае (городские районы, пригород);
- близость к месту потребления, ведущая к сокращению расходов на транспортировку и снижению вредных выбросов углерода в атмосферу, как побочного продукта производственной деятельности;
- эффективное использование пространства города;
- объединение людей для достижения общих целей и ощущение причастности к социально-экономической жизни общества;
- создание рабочих мест и обеспечение дополнительного заработка;
- сокращение пищевых отходов, являющихся дополнительным источником парникового газа (метана);
- способствует внедрению инновационных методов ведения производства в экстремальных условиях;

- способствует озеленению территории городов;
- эффективное использование водных ресурсов с перенаправлением сточных вод на нужды городского производства.

Городское фермерство повышает продовольственную безопасность, принося многочисленные экологические, экономические и социальные выгоды.

По мнению специалистов, городские фермы США принципиально меняют свое сообщество в лучшую сторону. В США большой популярностью пользуются фермы от 0,1 га до зеленых садов на крышах домов, обеспечивающих свежими овощами и фруктами тысячи людей. Ярким примером таких ферм с принципиально новыми формами хозяйствования могут служить следующие:

1. Детройтский грунт. Цель этой фермы – сформировать в сообществах менталитет безотходности и продвигать низкоуглеродистую экономику вперед. Это бизнес по производству компоста, целью которого является переработка отходов с получением энергии. Пашон Мюррей, лидер детройтской революции в области компостирования, ежегодно вывозит десятки тысяч тонн пищевых отходов со свалок в систему компостирования с замкнутым циклом, полностью созданную им с нуля [178].

Под компостной кучей проложены трубы, по которым подается воздух. Это значительно ускоряет процесс компостирования. По примеру Детройта в Нью-Йорке действует около 100 приемных пунктов, где осуществляется процесс компостирования пищевых отходов.

2. Городская ферма в Огайо. Одна из крупнейших городских ферм в Соединенных Штатах, расположенная в Кливленде, штат Огайо. Ферма площадью около 3 га призвана обеспечить жителей Кливленда свежими, местными и полезными продуктами, а также стимулировать местную продовольственную экономику и обучать население приемам здорового питания.

3. Действия – не слова. Городская молодежная ферма, расположенная в Окленде, Калифорния, на которой трудятся и реализуют продукцию местные дети младшего и среднего возраста. Некоммерческая ферма площадью 0,1 га, созданная и возглавляемая преимущественно цветными женщинами из окрестностей.

4. Бостонский медицинский центр. Одна больница в Новой Англии стала пионером в городском фермерстве, построив ферму прямо на крыше больницы. Это первая ферма на крыше больницы в Массачусетсе. На ферме площадью 0,21 га выращивается более

25 сельскохозяйственных культур и планируется производить более 600 кг продуктов питания каждый сезон. В перспективе решено разместить несколько пчелосемей для производства меда.

5. Вкус...Чикаго. Ферма расположена на вершине Маккормик Плейс (крупнейший конференц-центр Северной Америки), эта ферма на крыше является крупнейшей почвенной фермой. Получила признание за свое лидерство в области охраны окружающей среды и креативность благодаря сертификациям Green Seal и Environmental Certification – Apex Certifications.

В США достаточно популярны институты городского земледелия в Бостоне и во Флориде. Их создание и функционирование отвечает современности, поскольку огромный приток населения мира в городские районы выступает естественным стимулятором в организации городского фермерского хозяйства.

Агропромышленный комплекс как сектор реальной экономики, тесно связанный с производственными ресурсами сельских территорий и природно-климатическими условиями, становится все более уязвимым. В обозримом будущем под влиянием ряда факторов, один из которых развитие урбанизированного сельского хозяйства и широкое использование биотехнологии, существующий метод хозяйствования может стать устаревшим.

Уже сегодня получают все более широкое развитие тепличные комплексы, в том числе расположенные в крупных городах, с высокой степенью автоматизации производственных процессов и размещением растений в несколько ярусов. Развиваются доступные широким слоям населения малые домашние системы гидропоники и аэропоники, позволяющие заниматься производством овощей в условиях городской квартиры. На фоне этих зарождающихся тенденций могут радикально измениться аграрные рынки развитых стран. Есть предположение, что будущее за городским земледелием, поскольку оно улучшает качество жизни.

На сегодняшний день такие технологии, как вертикальные фермы и роботизированные тепличные комплексы, в России остаются невостребованными из-за высоких издержек в условиях экстенсивного развития АПК. Но по мере технологического прогресса в этой сфере структура издержек, связанных с технологиями городского фермерства, может кардинально измениться. Поскольку Россия является страной больших городов, внедрение инновационных

технологий должно стать одним из приоритетов в сфере продовольственной безопасности [179].

Подобный вывод характерен и для Республики Беларусь. Поскольку нанотехнологии уже реальность и они признаны изменить наше будущее на пути к устойчивому развитию.

В XXI веке мировое сельское хозяйство претерпевает изменения. Новая модель, основная черта которой партнерские отношения, построенные на сочетании справедливой конкуренции, кооперации и разделения труда, на макро- и микроуровнях поможет избежать серьезных последствий.

В этой связи инновационные технологии рассматриваются как один из путей организации выпуска высококонкурентной продукции на основе сочетания достижений науки и практики.

Сельское хозяйство выступает стратегическим инструментом поддержания экономической и политической стабильности в сложных условиях неопределенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменение климата объективная реальность, с которой нельзя не считаться. И человечество не без оснований обеспокоено данной проблемой. Современные достижения науки позволяют заглянуть в прошлое и с большой долей достоверности дать оценку минувшим климатическим изменениям. Былые изменения порождают нынешнюю озабоченность, поскольку ожидаемые последствия могут быть весьма ощутимыми для растущего населения планеты, требующего для своей жизнедеятельности больше городов, больше продовольствия.

Человек может гордиться технико-технологическими достижениями во всех сферах экономической деятельности, но сила природы и климат с его капризами все равно остаются реальной опасностью, делающей современную экономику очень уязвимой. Климатические изменения и деятельность человека способны привести к экологическому кризису, который перерастет в экономический, а затем и в политический.

Переход человечества в цифровое пространство позволяет многие природные явления представить в виде математических моделей, но они будут носить скорее условный характер, поскольку природа и ее изменения не знают математики и живут по своим законам. Человек же по-прежнему остается во власти окружающего его мира. И какого бы уровня развития он не достиг, он все равно останется зависимым от этого мира. Участвовавшие природные катастрофы постоянно напоминают нам об этом.

Изменение климата – критический момент истории, характеризующийся периодичностью, и по данным исследователей глобальные климатические изменения проходят каждые 12 000 лет.

Для выработки эффективных приемов реагирования на происходящие изменения в первую очередь следует установить их причину. Согласно общепринятой теории климатических изменений рассматриваются две точки зрения. Сторонники первой утверждают, что изменения происходят внутри планеты и связаны с повышенной активностью вулканов, подъемом магмы и нагревом океана. Происходит смещение и дестабилизация ядра Земли, хаотическое ускорение вращения планеты и сдвиг ее оси вращения.

Приверженцы естественных причин климатических изменений опираются на достижения науки. При этом науку об изменении

климата они выносят за пределы дисциплинарного научного подхода и рассматривают ее как трансдисциплинарную.

Принятие решений по адекватному реагированию зависит от глобальных исследований, особенно в отрасли, зависимой от климата, в которой основными предметами труда и средствами производства являются земля, сельскохозяйственные растения и природные ресурсы.

Сторонники другой точки зрения к числу основной причины современного глобального изменения климата, признанным достаточно быстрым, относят антропогенный фактор. Сторонники антропогенного фактора оказались в преимуществе, вероятно, по той причине, что в своем мировоззрении опираются на поддержку правительств своих стран и экономические интересы. Сторонники данной теории не склонны к выработке системы мер по адаптации к глобальному изменению климата. Основная задача состоит в сокращении выбросов углекислого газа.

Их оппоненты утверждают, что это теория заговора, которая была придумана вместе с антропогенными климатическими изменениями. По их мнению, трудно себе представить более мощный рычаг для тотального управления обществом, чем вопрос углекислого газа.

Урожайность сельскохозяйственных растений находится в прямой корреляционной зависимости от погодных условий. Гораздо сложнее механизм зависимости продуктивности сельскохозяйственных растений от климатических изменений глобального характера.

Нынешнее глобальное изменение климата имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Конечно, в отношении климата подобное умозаключение носит условный характер, ввиду отсутствия четко выраженной грани между положительной и отрицательной сторонами.

Большую тревогу вызывает потеря микробиологического разнообразия почвы. Что может привести к нарушению круговорота питательных веществ и нарушению баланса углерода, с одной стороны, с другой – к рациональному расходованию органического вещества почвы.

По мнению одних ученых, повышение углекислого газа в атмосфере увеличит интенсивность фотосинтеза и существенно повысит эффективность агроценозов. Другие же исследователи утверждают,

что повышение содержания углекислого газа в атмосфере ведет к снижению питательной ценности пшеницы, риса, кукурузы.

В условиях потепления жизненный цикл растений ускоряется, и они быстрее освобождают поле (в зоне с умеренным климатом), что может оказать влияние на результативность производственного цикла.

По утверждению многих экспертов глобальное потепление может стать основной причиной снижения урожайности основных сельскохозяйственных культур на 5 %–10 %, хотя в данный момент данное опасение не подтверждается статистическими данными. Высказывается гипотеза о положительном эффекте повышения температуры воздуха в северных широтах нашей планеты.

Глобальное изменение климата окажет неоднозначное воздействие на аграрный сектор экономики в различных агроклиматических зонах планеты, и современное сельское хозяйство остается очень уязвимым в условиях климатической нестабильности.

Нынешнее сельскохозяйственное производство Республики Беларусь условно можно назвать относительно стабильным. Непросто определить положительные, либо отрицательные стороны климатических изменений. На территории Республики Беларусь возможен рост скорости фотосинтеза и, как следствие, урожайности. При соответствующей сумме положительных активных температур возможен более ранний срок посева. Существует перспектива возделывания теплолюбивых интродуцентов. При повышении температуры создадутся более благоприятные условия для деятельности корневой системы (при наличии достаточного количества влаги). Отмечается потенциальная возможность экономии энергетических ресурсов.

К числу отрицательных моментов глобального потепления следует отнести появление инвазивных вредителей и болезней, повышение вредоносности аборигенных видов и увеличение затрат по борьбе с ними.

Белорусская агрометеорологическая служба подтверждает, что климат Беларуси существенно меняется. Начиная с 1989 г. в Беларуси зафиксирован самый продолжительный период потепления за последние 140 лет. На основании полученных данных были пересмотрены границы агроклиматических зон Республики Беларусь. На карте появилась Новая климатическая зона.

На фоне климатических изменений материально-техническая база сельского хозяйства и уровень развития технологий играют

существенную роль. Особую значимость имеет использование энергосберегающих технологий и мероприятий по экономии энергетических ресурсов. Такой подход обеспечит снижение издержек производства продовольственных товаров и повышение их конкурентоспособности при прочих равных условиях.

На данном этапе главной целью должна стать реализация программ, обеспечивающих бездефицитный баланс гумуса в почве и повышающих плодородие почв.

По причине глобального потепления увеличивается и биоклиматический потенциал территории Беларуси, но для получения реального экономического эффекта необходима стройная система мер по целенаправленному и эффективному его использованию.

Расчеты показали, что в республике наблюдаются небольшие отклонения от средней урожайности за определённые периоды. Кроме того, отсутствует ярко выраженная повторяемость урожаев низкого или высокого уровня. В целом растениеводство в Беларуси отличается стабильностью.

Формирование экономически устойчивых агроценозов рассматривается как комплекс взаимосвязанных и объединённых в логическую последовательность мероприятий, основная цель которых получение максимального эффекта с минимальными затратами труда и средств. И это один из путей стабилизации аграрного сектора в условиях климатических изменений.

Сегодня адаптация – ключевой фактор стабилизации производства сельскохозяйственной продукции в условиях глобального изменения климата. Максимального экономического эффекта возможно достичь только благодаря бинарной адаптации, сочетающей потенциальные возможности растений с научно-производственной деятельностью человека. Подобного рода адаптация преследует несколько целей: обеспечение продовольственной безопасности; устойчивое развитие сельских территорий; сохранение естественного биоразнообразия; охрана окружающей среды.

Адаптационные меры должны исходить из возможных последствий климатических изменений для определенных климатических зон и территорий.

Интродукция растений рассматривается как один из элементов адаптации аграрного производства к климатическим изменениям. Этот вид научно-практической деятельности должен строиться

с учетом управляемости и возможности появления угроз от введения в культуру чужеродных видов растений.

Ведение аграрного производства на принципах адаптации базируется на управлении основными ресурсами, в числе которых растительные, земельные и водные.

Прослеживается резкое несоответствие между урожайностью и биоклиматическим, технико-технологическим, ресурсным потенциалами, имеющимися в распоряжении производителя. Это свидетельствует о неэффективном их использовании. Эффективное использование ресурсного потенциала – важнейший резерв повышения результативности растениеводства в условиях климатических изменений.

Растительные ресурсы в ближайшей перспективе будут иметь первостепенное значение для обеспечения устойчивого развития, а управление ими создаст условия для формирования глобальной продовольственной безопасности и политической стабильности в условиях изменения климата. В период быстрых климатических изменений пересмотр селекционных программ предполагает разработку моделей сорта. Модель планируемого сорта или гибрида заданного экотипа – стартовый момент в управлении экономически устойчивого агроценоза.

Эффективное управление водными ресурсами должно объединять структурные, организационные, правовые, политические, технико-технологические, социальные и экономические решения, которые во взаимодействии друг с другом позволяют принять единственно правильное решение в конкретной ситуации.

Управление земельными ресурсами следует направить на оптимизацию выгод от использования земли. Такой подход подразумевает расчетливый осторожный путь. Оптимизация, построенная на выборе лучшего варианта, обеспечит переход системы земледелия в состояние глобальной устойчивости.

Рациональное использование почвенного, биоклиматического, растительного, водного и экономического потенциалов – это мало затратный резерв повышения эффективности растениеводства.

Мировое сообщество отмечает наличие угрозы продовольственной безопасности в условиях климатической нестабильности. Для обеспечения устойчивой продовольственной безопасности необходимо взаимодействие между накопленным, социальным, человеческим и природным капиталом. Только при активном участии

человека, существующие экосистемы способны обеспечить ему условия для жизни.

Деятельность по стабилизации продовольственной безопасности не может проходить в одиночку. Только совместными усилиями мирового сообщества можно преодолеть вызовы эпохи экстремального потепления.

Сельскохозяйственные системы испытывают серьёзное воздействие по причинам растущего спроса на продукты питания и изменения климата. Устойчивое производство продуктов питания в условиях изменения климата – основная цель для настоящего и будущего сельского хозяйства. Человечество выжило в постоянно меняющихся условиях только благодаря инновационным решениям, в числе которых биотехнология, искусственный фотосинтез, городское фермерство.

Представители различных научных школ до конца не понимают всей пагубности климатических изменений. По многим вопросам нет единства, и противоречивые гипотезы не способствуют принятию эффективных решений.

Уже 40 лет борются с выбросами углекислого газа, но от одной климатической конференции к другой его количество в атмосфере только продолжает расти. На фоне низкой эффективности уже имеющихся организаций по климату раздаются призывы о создании Объединенного международного научного центра. Наряду с чистыми помыслами высказывается достаточно утопическая мысль по поводу объединения талантливых ученых, наделенных неограниченными научными и финансовыми ресурсами.

В то же время практически по всему миру климатические риски усиливаются, обуславливая высокую степень уязвимости аграрного сектора. Климатические изменения нельзя игнорировать ни в одном регионе планеты.

Сельское хозяйство – гарант продовольственной безопасности и в периоды экономической, политической и климатической неопределенности представляет собой стратегический инструмент поддержания экономической и политической стабильности.

Весь комплекс мероприятий по трансформации аграрного производства Республики Беларусь в условиях глобального изменения климата должен строиться с учетом скорости этих изменений. Чем быстрее они будут происходить, тем сложнее и затратнее приемы адаптации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическая история Земли [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: http://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.8cfbeb44-6368b688-b1e6426c-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Geological_history_of_Earth. – Дата доступа: 07.11.2022.
2. Голоцен [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Голоцен>. – Дата доступа: 07.11.2022.
3. Ледниковый период [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: http://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e2545713-6368bed3-c8807795-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Ice_age. – Дата доступа: 07.11.2022.
4. Шкляров, А. Аграрное производство в условиях глобального изменения климата / А. Шкляров // Агроэкономика. – 2021. – № 6. – С. 85–94.
5. Шкляров, А. П. Изменение климата – благо или проблема современности? / А. П. Шкляров // Аграрная экономика. – 2021. – № 7. – С. 89–96.
6. Глобальные изменения климата: доказательства и причины. Часть 1 [Электронный ресурс] // ХХ2ВЕК. – Режим доступа: <https://22century.ru/popular-science-publications/climate-change-evidence-causes>. – Дата доступа: 08.11.2022.
7. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Е. М. Акентьева [и др.] ; под ред. В. М. Катцова. – Санкт-Петербург, 2017. – 106 с.
8. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Природопользование : сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Государственное научное учреждение «Институт природопользования». – Минск, 2014. – Т. 25. – С. 16–21.
9. Gray, R. Carbon sequestration in agriculture: the policy context: discussion / R. Gray, M. Fulton // American Journal of Agricultural Economics. – 2003. – Vol. 85. – № 5. – P. 1185–1186.
10. Young, L. M. Carbon sequestration in agriculture: the U.S. policy context / L. M. Young // American Journal of Agricultural Economics. – 2003. – Vol. 85. – № 5. – P. 1164–1170.
11. Меньшова, Ю. А. Проблемы изменения климата: реалии, прогнозы и ожидания [Электронный ресурс] / Ю. А. Меньшова. –

Режим доступа: http://www.infoeco.ru/dl/prez/6_climate_change.pdf. – Дата доступа: 08.11.2022.

12. Arora, N. K. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions / N. K. Arora // *Environmental Sustainability*. – 2019. – Vol. 2. – P. 95–96.

13. Hassan, F. Climate Change and Our Common Future: A Historical Perspective [Электронный ресурс] / F. Hassan. – Режим доступа: <http://www.un.org/en/chronicle/article/climate-change-and-our-common-future-historical-perspective>. – Дата доступа: 08.11.2022.

14. Jackson, S. T. Abrupt Climate changes in Earth history [Электронный ресурс] / S. T. Jackson. – Режим доступа: <http://www.britannica.com/science/climate-change/Abrupt-climate-changes-in-Earth-history>. – Дата доступа: 08.11.2022.

15. 1816 – год без лета, которого не было [Электронный ресурс] // TARTARIA INFO. – Режим доступа: <http://www.tart-aria.info/1816-god-bez-leta-kotorogo-ne-bylo/>. – Дата доступа: 08.11.2022.

16. Наука и технологии [Электронный ресурс] // Ferra.ru. – Режим доступа: <http://www.ferra.ru/news/-14-01-2021.htm/>. – Дата доступа: 08.11.2022.

17. Реакция растений на повышение концентрации углекислого газа в атмосфере [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://industrial-wood.ru/fiziologiya-ustoychivosti/10722-reakciya-rasteniy-na-povyshenie-koncentracii-uglekislogo-gaza-v-atmosfere.html>. – Дата доступа: 10.11.2022.

18. Концентрация в теплице углекислого газа для томатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://4dachi.ru/sadovodstvo/187788kontsentratsiya_v_teplitse_uglekislogo_gaza_dlya_tomato_v_.html. – Дата доступа: 10.11.2022.

19. Подкормка растений углекислым газом в защищенном грунте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zavodagt.ru/stati/podkormka-rastenij-uglekislym-gazom-v-zashchishchjonnom-grunte>. – Дата доступа: 10.11.2022.

20. Impact of climate on India agriculture: a review / R. K. Mall [et al.] // *Climatic Change*. – 2006. – Vol. 78. – P. 445–478.

21. The impacts of climate change on agricultural production systems in China / Hui Ju [et al.] // *Climatic Change*. – 2013. – Vol. 120 (1). – P. 313–324.

22. Ивлев, А. А. Распределение ^{13}C в углеродах и механизм фотосинтеза / А. А. Ивлев, А. У. Игамбердиев, А. Ю. Дубинский // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – Вып. 2. – С. 27–50.

23. Ахметшина, Л. Г. Возможности российского сельского хозяйства в снижении выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям / Л. Г. Ахметшина // Вестник Алтайской Академии Наук и Права. Экономические науки. – 2022. – № 4. – Ч. 1. – С. 5–14.

24. Срочный онлайн-доклад «Будущее человечества» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://futureofhumanity.report/ru>. – Дата доступа: 11.11.2022.

25. Усков, И. Б. Основы адаптации земледелия к изменениям климата : справочное издание / И. Б. Усков, А. О. Усков. – Санкт-Петербург : Издательство Нестор-История, 2014. – 384 с.

26. Путин, В. В. Средняя температура в России растет быстрее, чем в других странах [Электронный ресурс] / В. В. Путин // Газета.Ru. – Режим доступа: <http://www.gazeta.ru/social/2021/10/31/14154643.shtml>. – Дата доступа: 10.11.2022.

27. Ковалев, Ю. Ю. Пять лет Парижскому соглашению, настоящее и будущее глобального климатического договора / Ю. Ю. Ковалев // История и современное мировоззрение. – 2021. – Т. 3. – Вып. 1. – С. 27–28.

28. Перов, А. В. Россия в мировом тренде климатической политики / А. В. Перов, И. В. Юшков // Общество вчера, сегодня, завтра. – 2019. – № 2. – С. 7–19.

29. Шкляров, А. П. Климатический скептицизм и его последствия для аграрного производства / А. П. Шкляров // Эпоха науки. – 2022. – С. 23–32.

30. Глобальное потепление: в чем нам врут [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://umbra.blog/2021/11/warming.html>. – Дата доступа: 3.12.2021.

31. Вебер, А. Б. Страсти по климату. Кто и почему против борьбы с глобальным потеплением? / А. Б. Вебер // Век глобализации. – 2015. – № 1. – С. 96–105.

32. Lejano, Raul P. The power of narrative: Climate skepticism and the deconstruction of science / Raul P Lejano, Shondel J. Nero. – New York : Oxford Univ. Press, 2020. – 205 p.

33. Ojala, M. Climate change skepticism among adolescents / M. Ojala // *Journal of Youth Studies*. – 2015. – Vol. 18. – Issue 9. – P. 1135–1153.

34. Beiser-McGrath, L. F. Current surveys may underestimate climate change skepticism evidence from list experiments in Germany and the USA / L. F. Beiser-McGrath, T. Bernauer // *PLOS One*. – 2021. – Vol. 16. – Issue 7. – P. 1–13.

35. Андреевкова, А. В. Установки россиян и европейцев по отношению к проблеме изменения климата – скептицизм или амбивалентность? / А. В. Андреевкова // *Телескоп : журнал социологических и маркетинговых исследований*. – 2021. – № 1. – С. 134–144.

36. Haltinner, K. Climate change skepticism as a psychological coping strategy [Electronic resource] / K. Haltinner, D. Sarathchandra // *Sociology Compass*. – Mode of access: <http://doi.org/10.1111/soc4.12586>. – Date of access: 17.11.2022.

37. Rudiak-Gould, P. Cross-cultural insights into climate change skepticism / P. Rudiak-Gould // *Bulletin of the American Meteorological Society*. – 2013. – Vol. 94. – № 11. – P. 1707–1713.

38. Мельник, М. Будущее климатического скептицизма. Три пути для «отрицателей» глобального потепления [Электронный ресурс] / М. Мельник. – Режим доступа: <http://hit.media/2021/10/18/budushhee-klimaticheskogo-skeptitsizma>. – Дата доступа: 17.11.2022.

39. Новоселов, А. Социологи выяснили, какая проблема меньше всего волнует россиян [Электронный ресурс] / А. Новоселов // *Московский комсомолец*. – Режим доступа: http://www.mk.ru/social/2021/11/27/sociologi-vyyasnili-kakaya-problema-menshe-vsego-volnuet-rossiyan.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fzen.yandex.com&utm_campaign=dbr. – Дата доступа: 17.11.2022.

40. Глобальный взгляд. Человеческие судьбы [Электронный ресурс] / *Новости ООН*. – Режим доступа: <http://news.un.org/ru/>. – Дата доступа: 17.11.2022.

41. Завалишин, Н. Н. О возможной причине современного потепления / Н. Н. Завалишин // *Сборник трудов СибНИГМИ*. – Новосибирск, 2006. – Вып. 105: Гидрометеорология Сибири. – С. 29–39.

42. Адаптация сельскохозяйственного производства на Северо-Западе России к изменениям климата / В. Н. Суровцев [и др.]. – Санкт-Петербург : ГНУ СЗНИЭСХ, 2014. – 176 с.

43. Усков, И. Б. Основы адаптации земледелия к изменениям климата = Bases for adaptation of agriculture to climate change : справочное издание / И. Б. Усков, А. О. Усков. – Санкт-Петербург : Российская академия наук, 2014. – 383 с.

44. Soil organic carbon: the hidden potential / C. Lefèvre [et al.]. – Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. – 78 p.

45. Козунь, Ю. С. Влияние климата на биологические свойства почвы юга России : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Ю. С. Козунь ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону, 2014. – 25 с.

46. Современные аспекты возделывания кукурузы в связи с изменением климата / Н. Ф. Надточаев [и др.] ; Национальная академия наук Беларуси; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 153 с.

47. Impact of climate on India agriculture: a review / R. K. Mall [et al.] // Climatic Change. – 2006. – Vol. 78. – P. 445–478.

48. Fischer, G. Climate Change and Agricultural Vulnerability : A special report, prepared by the International Institute for Applied Systems Analysis under United Nations Institutional Contract Agreement No. 1113 on “Climate Change and Agricultural Vulnerability” as a contribution to the World Summit on Sustainable Development / G. Fischer, M. Shah, H. van Velthuisen. – Johannesburg, 2002. – P. 21–35.

49. Kabubo-Mariara, J. The economic impact of climate change on Kenyan crop agriculture: Ricardian approach, Glob. Planet Change / J. Kabubo-Mariara, F. K. Karanja // Global and Planetary Change. – 2007. – Vol. 57 (3). – P. 319–330.

50. Cuculeanu, V. Climate change impact on agricultural crops and adaptation options in Romania / V. Cuculeanu, A. Marica, C. Simota // Climate Research. – 1999. – Vol. 12. – P. 153–160.

51. Логинов, В. Ф. Современные изменения глобального и регионального климата / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко ; Национальная академия наук Беларуси, Институт природопользования. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 315 с.

52. The future of food and agriculture: Trends and challenges. – Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. – 180 p.

53. Regional Climate Projections / J. H. Christensen [et al.] // The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge : Cambridge University Press, 2007. – P. 847–940.

54. Food, fibre and forest products / W. E. Easterling [et al.] // The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge : Cambridge University Press, 2007. – P. 273–313.

55. Long S. P. More than taking the heat: crops and global change / S. P. Long, D. R. Ort // *Curr. Opin. Plant Biol.* – Vol. 13. – № 3. – P. 241–248.

56. Lawlor, D. W. Impacts and Adaptation to Climate Change in Western Australian Wheat Cropping Systems / D. W. Lawlor, R. A. C. Mitchell // *Climate change and global crop productivity.* – Wallingford : CABI International, 2000. – P. 57–80.

57. Kumar, R. Climate Change and its Impact on Agricultural Productivity in India [Electronic resource] / R. Kumar, H. R. Gautam // *Climatology & Weather Forecasting.* – 2014. – Vol. 2. – Issue 1. – Mode of access: <http://www.longdom.org/open-access/climate-change-and-its-impact-on-agricultural-productivity-in-2332-2594.1000109.pdf>. – Date of access: 18.11.2022.

58. Коровникова, Н. А. Глобальные климатические угрозы: тенденции и перспективы // *Экономические и социальные проблемы России* / Н. А. Коровникова. – 2021. – № 1. – С. 15–25.

59. Lobel, D. B. Global scale climate – crop yield relationships and the impacts of recent warming / D. B. Lobel, C. B. Field // *Environmental research letters.* – 2007. – Vol. 2. – P. 1–7.

60. Гольдварг, Б. А. Влияние изменений климата на продуктивность зерновых культур в центральной зоне Республики Калмыкия / Б. А. Гольдварг, В. Г. Грищенко, М. В. Боктаев // *Зерновое хозяйство России.* – 2019. – № 2 (62). – С. 17–20.

61. Сандакова, Г. Н. Параметры моделей погодных факторов для формирования урожая яровой сильной пшеницы в условиях степной зоны Оренбургской области / Г. Н. Сандакова, В. И. Елисеев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* – 2017. – № 2 (64). – С. 16–19.

62. Ochieng, J. Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya / J. Ochieng, L. Kirimi, M. Mathenge // *Wageningen Journal of Life Sciences.* – 2016. – Vol. 77. – P. 71–78.

63. Неверов, А. А. Математическое моделирование связей урожая озимой ржи с погодно-климатическими условиями в центральной зоне Оренбургской области : цикл статей по теме «Исследования методами нейросетевого анализа влияния региональных изменений климата на продуктивность агрофитоценозов» / А. А. Неверов // Вестник мясного скотоводства. – 2015. – № 3 (91). – С. 125 – 131.

64. Marmai, N. How the Black Swan damages the harvest: statistical modelling of extreme events in weather and crop production in Africa, Asia, and Latin America / N. Marmai, M. F. Villoria, M. Guerzoni. – Italy, 2016. – 16 p.

65. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата: проект [Электронный ресурс] / сост. Н. Денисов. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://climate.ecopartnerstvo.by/sites/default/files/2017-09/Adaptation%20strategy%20for%20belarus%20agriculture%20RUS.pdf>. – Дата доступа: 22.11.2022.

66. Лазарев, А. Опасный сорняк галинсога мелкоцветковая [Электронный ресурс] / А. Лазарев // FloraPrice.ru : энциклопедия садовода и дачника – Режим доступа: <http://floraprice.ru/articles/ogorod/galinsoga-melkocvetkovaya.html>. – Дата доступа: 04.12.2022.

67. Парукова, Е. Чем опасен золотарник канадский, и как в столице борются с инвазивными растениями [Электронный ресурс] / Е. Парукова. – Режим доступа: – <http://minsknews.by/chem-opasen-zolotarnik-kanadskij-i-kak-v-stolicze-boryutnya-s-invazivnymi-rasteniyami/>. – Дата доступа: 04.12.2022.

68. Тышкевич, Н. Рекомендации специалиста по инвазивным культурам [Электронный ресурс] / Н. Тышкевич. – Режим доступа: <http://www.sb.by/articles/ocharovatelnyy-agressor.html>. – Дата доступа: 04.12.2022.

69. World Agricultural Production [Electronic resource] / Foreign Agricultural Service/USDA Office of Global Analysis. – 2017. – December. – P. 30. – Mode of access: <http://www.oilworld.ru/data/postfiles/262730/production12-17.pdf>. – Date of access: 04.12.2022.

70. Understanding the combined impacts of weeds and climate change on crops [Electronic resource] / M. Vila [et al.] // Environmental Research Letters. – 2021. – Vol. 16. – № 3. – Mode of access: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abe14b/pdf>. – Date of access: 04.12.2022.

71. Дмитриенко, В. П. Погода, клімат і урожай польових культур / В. П. Дмитриенко. – Київ : Ніка-Центр, 2010. – 620 с.

72. Климатическая характеристика 2018 года [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Белгидромет». – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/climatolog-ru/view/klimaticheskaja-karakteristika-2018-goda-1502-2019/>. – Дата доступа: 05.12.2022.

73. Климатическая характеристика 2019 года [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Белгидромет». – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/climatolog-ru/view/klimaticheskaja-karakteristika-2019-goda-2606-2020/>. – Дата доступа: 05.12.2022.

74. Климатическая характеристика 2020 года [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Белгидромет». – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/climatolog-ru/view/klimaticheskaja-karakteristika-2020-goda-3666-2021/>. – Дата доступа: 06.12.2022.

75. Климатическая характеристика 2021 года [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Белгидромет». – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/climatolog-ru/view/klimaticheskaja-karakteristika-2021-goda-4967-2022/>. – Дата доступа: 06.12.2022.

76. Утрата питательных веществ в почвах снижает качество фруктов и овощей [Электронный ресурс] / Новости ООН. – Режим доступа: http://news.un.org/ru/story/2022/12/1435497?utm_source=UN+News++Russian&utm_campaign=14d2057438. – Дата доступа: 06.12.2022.

77. Давыденко, О. В. Влияние термических условий на урожайность картофеля в административных районах Республики Беларусь / О. В. Давыденко, П. С. Лопух // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2019. – № 1. – С. 46–62.

78. Шкляр, А. П. Адаптация овощеводства к условиям глобального изменения климата / А. П. Шкляр // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 3 (251). – С. 108–114.

79. Надточаев, Н. Ф. Влияние погодных условий на формирование урожая кукурузы в центральной части Беларуси / Н. Ф. Надточаев, Д. Н. Володькин, А. З. Богданов // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 7–12.

80. История Гидрометслужбы [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Белгидромет». – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/history-ru/>. – Дата доступа: 06.12.2022.

81. Метеорологические станции Республики Беларусь [Электронный ресурс] / BelMeteo.Net. – Режим доступа: <http://www.belmeteo.net/stations.html>. – Дата доступа: 19.03.2022.

82. Погода и климат Беларуси. Изменение климата Беларуси и его причины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/197497/pogoda-i-klimat-belarusi-izmenenie-klimata-belarusi-i-ego-prichinyi>. – Дата доступа: 06.12.2022.

83. Подгорная, Е. В. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / Е. В. Подгорная, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2015. – № 358. – С. 111–120.

84. Смыкович, Л. И. Земельный фонд Республики Беларусь и его классификация [Электронный ресурс] / Л. И. Смыкович. – Режим доступа. – <http://geo.bsu.by/images/pres/soil/zemka04.pdf>. – Дата доступа: 29.03.2022.

85. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа [и др.] ; под ред.: В. В. Лапа, Н. Н. Цыбулько. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.

86. Лапа, В. В. Перспективы повышения плодородия почв пахотных земель Беларуси (по материалам второго тура кадастровой оценки) / В. В. Лапа, Л. И. Шибут, Т. Н. Азаренок // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 2 (61). – С. 7–14.

87. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.] ; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2017. – 275 с.

88. Концепция методики оптимизации энерговооруженности живого труда на предприятии / П. И. Огородников [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 1 (150). – С. 99–103.

89. Логинов, В. Ф. Прогноз изменений биоклиматического потенциала территории Беларуси на период 2016–2035 гг. / В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2018. – Т. 56. – №. 1. – С. 51–64.

90. Биоклиматический потенциал России : меры адаптации в условиях меняющегося климата : монография / А. В. Гордеев [и др.] ; под ред. А. В. Гордеева. – М. : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2008. – 208 с.

91. Altieri, M. A. Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture / M. A. Altieri, C. I. Nicholls. – 1st edition. –

Mexico : United Nations Environment Programme Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean, 2000. – 290 p.

92. Фукина, С. П. К вопросу об устойчивом развитии предприятия в нестабильной среде / С. П. Фукина // Актуальные проблемы экономики и права. – 2008. – № 4. – С. 48–54.

93. Климатическая повестка дня сельского хозяйства Ярославской области / Г. А. Фоменко [и др.] // Проблемы региональной экологии. Раздел 2. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. – 2021. – № 6. – С. 17–32.

94. Маркова, А. 38 фактов об органических продуктах [Электронный ресурс] / А. Маркова. – Режим доступа: <http://aveslim.ru/facts/organicheskie-produkty>. – Дата доступа: 01.12.2022.

95. Клименко, А. И. Проблемы использования генетически модифицированных организмов в сельском хозяйстве / А. И. Клименко, Г. В. Максимов, В. Н. Василенко // Вестник аграрной науки Дона. Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование. – 2014. – № 2 (26). – С. 4–15.

96. Шкляров, А. П. Экономически устойчивый агроценоз как фактор эффективности и основа продовольственной безопасности / А. П. Шкляров // Социально-экономические системы в условиях глобальных трансформаций: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов по материалам II Международной научно – практической конференции, Нальчик, 26–28 мая 2022 г. – Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. – С. 248–251.

97. Upadhaya, S. Examining Factors Associated With Farmers' Climate-Adaptive and Maladaptive Actions in the U.S. Midwest [Electronic resource] / S. Upadhaya, J. G. Arbuckle // Front. Clim., Sec. Climate Risk Management. – 2021. – June. – Mode of access: http://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.f1fabdb2-6316fed0-f9c9ce90-74722d776562/https/doi.org/10.3389/fclim.2021.677548/. – Date of access: 06.12.2022.

98. Реймерс, Ф. Е. Растение во младенчестве / Ф. Е. Реймерс. – Изд. 2-е. перераб. – Новосибирск : Наука, 1987. – 184 с.

99. Привалов, Ф. И. Оптимизация сроков сева озимых зерновых культур в условиях потепления климата / Ф. И. Привалов, К. Г. Пашко, В. В. Холодинский // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сборник научных материалов / РУП «Научно-

практический центр НАН Беларуси по земледелию. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 75–79.

100. Балагурова, Н. ИТ-технологии – что это такое и где применяются? Информационные технологии [Электронный ресурс] / Н. Балагурова. – Режим доступа: <http://www.syl.ru/article/365444/it-tehnologii---chto-eto-takoe-i-gde-primenyayutsya-informatsionnye-tehnologii>. – Дата доступа: 13.12.2022.

101. Волобуева, Т. А. ИТ-технологии в сельском хозяйстве: перспективы и проблемы использования / Т. А. Волобуева // Евразийское научное объединение. – 2020. – № 8–4 (66). – С. 193–196.

102. Introduction to loss and damage | UNFCCC [Electronic resource] / Unite Nation. Climate change. – Mode of access: <http://unfccc.int/ru/node/63293/>. – Date of access: 17.11.2022.

103. Каринг, П. Х. Агроклиматическая оценка и методы использования ресурсов мезо- и микроклимата в сельском хозяйстве : автореф. ... дисс. д-ра с.-х. наук: 06.01.03. / П. Х. Каринг ; ВАСХНИЛ, Агрофизический НИИ. – Л., 1991. – 64 с.

104. Дмитриенкова, Ю. А. Территориальные особенности роли климата в варьировании урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси / Ю. А. Дмитриенкова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 5. – С. 85–87.

105. Ainsworth, E. A. How Do We Improve Crop Production in a Warming World? / E. A. Ainsworth, R. O. Donald // Plant Physiology. – 2010. – Vol. 154. – Issue 4. – P. 526–530.

106. Камышенко, Г. А. Эффективность использования агроресурсного потенциала пахотных земель Минской области при возделывании зерновых и зернобобовых культур / Г. А. Камышенко // Природопользование : сборник научных трудов. – Минск, 2007. – Вып. 13. – С. 53–58.

107. Титок, В. В. Интродукция растений и ее роль в решении экономических и социальных проблем Республики Беларусь / В. В. Титок, И. К. Володько // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы междунар. конф., посвящ. 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси, Минск, 19–22 июня 2012 г. : в 2 ч. / НАН Беларуси, Центральный ботанический сад ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 294–298.

108. Карпун, Ю. Н. Основы интродукции растений / Ю. Н. Карпун // Hortus botanicus. – 2004. – Т. 2. – С. 17–32.

109. Создание новых сортов сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс] / Зооинженерный факультет МСХА. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/sozdanie-novykh-sortov-selskoxozyajstvennyx-kultur/>. – Дата доступа: 16.06.2021.

110. Барсукова, Н. Г. Особенности земли как природного объекта и объекта земельных отношений / Н. Г. Барсукова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2012. – № 3 (36). – С. 25–30.

111. Тарханов, О. В. Основное средство агроценоза: обоснование нового видения / О. В. Тарханов // Аграрная наука. – 2014. – № 7. – С. 13–14.

112. Убайдуллаев, М. Б. Эффективное земледелие – как основа успешной экономической деятельности в использовании земельных ресурсов / М. Б. Убайдуллаев, В. М. Асанов // Территория науки. – 2017. – № 6. – С. 76–81.

113. Чижикова, Т. А. Использование земли, как природного комплекса, средства производства и рекреации / Т. А. Чижикова // Наука сегодня: задачи и пути решения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Вологда, 30 мая 2018 г. : в 2 ч. – Вологда : ООО Маркер, 2018. – Ч. 1. – С. 102–103.

114. Белкин, Е. А. Земля как экономический ресурс в системе производительных сил сельского хозяйства / Е. А. Белкин // Многоуровневое общественное воспроизводство: вопросы теории и практики : сб. науч. тр. / М-во образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный университет», Научно-исследовательский центр регионального развития, Научно-образовательный центр «Теоретические и прикладные проблемы многоуровневого общественного воспроизводства» ; под. ред.: Б. Д. Бабаева, Е. Е. Николаевой. – Иваново, 2015. – Вып. 9 (25). – С. 220–229.

115. Аблеева, А. М. Некоторые особенности воспроизводства основных фондов сельского хозяйства / А. М. Аблеева // Региональная экономика: теория и практика. – 2015. – № 9 (338). – С. 54–64.

116. Тимербулатов, Р. М. Пути повышения эффективности использования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве / Р. М. Тимербулатов // Вестник саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. – № 1 (65). – С. 30–33.

117. Гамулинская, Н. В. Особенности сельскохозяйственного производства / Н. В. Гамулинская // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 2. – № 7. – С. 124–125.

118. Методические подходы к учету биологических активов растениеводства / Г. С. Клычова [и др.] // Международный бухгалтерский учет. – 2015. – № 23 (365). – С. 14–26.

119. Колпакова, О. П. Земля, как средство производства и ресурс сельского хозяйства / О. П. Колпакова, В. В. Когоякова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 16–18 апреля 2019 г. : в 2 ч. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – Ч. 2. – С. 19–22.

120. Мануйлов, В. М. Сортомена и сортообновление основных полевых культур в алтайском крае / В. М. Мануйлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5 (103). – С. 9–13.

121. Мордвинцев, М. П. Анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян яровых зерновых культур в сельхозпредприятиях Ташлинского района Оренбургской области / М. П. Мордвинцев, Ю. В. Антонов // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 1. – С. 178–189.

122. Лукомец, А. В. Развитие семеноводства полевых культур в России / А. В. Лукомец // Russian Journal of management. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 81–85.

123. Азжеурова, М. В. Инновационные процессы в сельском хозяйстве / М. В. Азжеурова // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник материалов XV Междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 12–13 марта 2020 г. : в 2 кн. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2020. – Кн. 1. – С. 67–68.

124. Кондратьева, О. В. Экономическая эффективность оптимизации сортовой структуры пшеницы в ОАО «Агрофирма Екатеринославская» / О. В. Кондратьева, И. С. Дятлова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2019. – № 6–1. – С. 687–693.

125. Жаворонкова, Е. Особенности оценки эффективности сортообновления в зерновом подкомплексе сельскохозяйственных организаций / Е. Жаворонкова // Организационно-правовые аспекты инновационного развития АПК. – 2015. – № 12. – С. 239–243.

126. Фирсова, Т. И. Использование сортовых ресурсов озимой пшеницы в Ростовской области / Т. И. Фирсова, С. А. Раева // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 6 (54). – С. 43–48.

127. Полянская, Н. А. Экономическая оценка использования семян как основного ресурсного фактора, определяющего экономическую эффективность зернопроизводства / Н. А. Полянская, В. М. Полянский // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 9 (28). – С. 70–77.

128. Вода в сельском хозяйстве: войны за ресурсы [Электронный ресурс] // Ресурсосберегающее земледелие. – 2018. – Т. 2 (38). – Режим доступа: <http://agriecomission.com/journal/3>. – Дата доступа: 03.05.2022.

129. Complex Policy Mixes are Needed to Cope with Agricultural Water Demands Under Climate Change [Electronic resource] / J. Martínez-Valderrama [et al.] // Water Resources Management. – Mode of access: <http://doi.org/10.1007/s11269-023-03481-5>. – Date of access: 12.02.2023.

130. Multi-objective Optimization Framework for Assessment of Trade-Offs between Benefits and Co-benefits of Nature-based Solutions [Electronic resource] / S. Yang [et al.] // Water Resources Management. – Mode of access: <http://doi.org/10.1007/s11269-023-03470-8>. – Date of access: 12.02.2023.

131. Agricultural water management [Electronic resource] / S. A. Wheeler [et al.] / ResearchGate. – Mode of access: http://www.researchgate.net/profile/Adam-Loch2/publication/298074933_Agricultural_water_management/links/57529ed308ae17e65ec376ec/Agricultural-water-management.pdf. – Date of access: 12.02.2023.

132. Business As Usual Versus Climate-responsive, Optimised Crop Plans – A Predictive Model for Irrigated Agriculture in Australia in 2060 [Electronic resource] / A. Lewis [et al.] // Water Resources Management. – Mode of access: <http://doi.org/10.1007/s11269-023-03472-6>. – Date of access: 13.02.2023.

133. О Национальной стратегии управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 22 февраля 2022 г., № 91 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22200091>. – Дата доступа: 24.03.2023.

134. Участники исторической конференции в Нью-Йорке приняли Программу действий по водным ресурсам [Электронный ресурс] / Новости ООН. – Режим доступа: <http://news.un.org/ru/story/2023/03/1439147>. – Дата доступа: 30.04.2023.

135. Харрасов, И. Р. Сельское хозяйство как особый объект в осуществлении аграрной политики государства / И. Р. Харрасов // Аграрное земельное право. – 2009. – № 7 (55). – С. 13–17.

136. Маркс, К. Капитал : в IV т. / К. Маркс. – М., 1955. – Т. I, ч. 2. – С. 664.

137. Ивасенко, А. Г. Особенности сельского хозяйства как отрасли материального производства и объекта земельно-иппотечного кредитования / А. Г. Ивасенко // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8. – С. 215–218.

138. О собственности на землю. Мировой опыт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://funduk.club/2018/12/05/sobstvennost-zemla/>. – Дата доступа : 03.06.2021.

139. Измалкова, И. В. Проблемы рационального использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве / И. В. Измалкова, С. А. Измалков // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2007. – Т. 5, ч. 2. – № 3. – С. 150–153.

140. Тарасов, Д. А. О роли земельных ресурсов в общественном производстве / Д. А. Тарасов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2009. – № 1. – С. 99–104.

141. Словарь терминов по экономике труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vocable.ru/slovari/pic-slovar-terminov-ro-ekonomike-truda.html>. – Дата доступа: 08.06.2021.

142. Жердева, О. В. Роль, значение и функции земли в сельскохозяйственном производстве / О. В. Жердева // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 8. – С. 319–320.

143. Березинец, О. Н. Основные подходы к определению сущности земли как объекта экономических отношений / О. Н. Березинец // Вісник СевНТУ : збірник наукових праць. Серія: Економіка і фінанси. – Севастополь : СевНТУ, 2012. – Вип. 130. – С. 22–29.

144. Почвоведение : учебник / И. С. Кауричев [и др.] ; под. ред. И. С. Кауричева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1982. – 496 с.

145. Усков, И. Б. Основы адаптации земледелия к изменениям климата : справочное издание / И. Б. Усков, А. О. Усков. – Санкт-Петербург : Издательство Нестор-История, 2014. – 384 с.

146. Индюков, А. И. Сущность и экономическое содержание материально-технической базы сельскохозяйственного производства / А. И. Индюков // КАНТ. – 2014. – № 3 (12). – С. 44–49.

147. Овчарук, Н. Ю. Особенности и перспективы сельскохозяйственного производства в России / Н. Ю. Овчарук // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 5. – С. 384–387.

148. Скорость почвообразования [Электронный ресурс] / Экология : справочник. – Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/52632/>. – Дата доступа: 24.03.2023.

149. Chronic land degradation: UN offers stark warnings and practical remedies in Global Land Outlook 2 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.unccd.int/news-stories/press-releases/chronic-land-degradation-un-offers-stark-warnings-and-practical>. – Date of access: 04.12.2023.

150. Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality / A. L. Cowie [et al.] // Environmental Science & Policy. – 2018. – Vol. 79. – P. 25–35.

151. Мировая климатическая повестка [Электронный ресурс] // АгроЭкоМиссия – Цифровая платформа знаний. – Режим доступа: <http://agriecommission.com/base/mirovaya-klimaticheskaya-povestka>. – Дата доступа: 30.02.2023.

152. Making the Most of Our Land: Managing Soil Functions from Local to Continental Scale [Electronic resource] / F. Vampa [et al.] // Front. Environ. Sci., Sec. Agroecology. – Vol. 3. – Mode of access: <http://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00081>. – Date of access: 12.12.2022.

153. Руководство по практикам устойчивого управления земельными ресурсами в Центральной Азии в условиях климатических изменений / под ред.: С. А. Шобы [и др.]. – М. ; Ташкент : Буки Веди, 2023. – 208 с.

154. Медведева, А. 2021–2030 годы объявлены ООН десятилетием восстановления экосистем [Электронный ресурс] / А. Медведева // AgroXXI агропромышленный портал. – Режим доступа: <http://www.agroxxi.ru/biobezopasnost/2021-2030-gody-objavleny-oon-desjatiletiem-vostranovlenija-yekosistem.html>. – Дата доступа: 30.01.2023.

155. Белых, Е. С. Деградация земель в Республике Беларусь / Е. С. Белых, Ю. А. Королькова // Культура и экология – основы

устойчивого развития России. Человеческий капитал как ключевой ресурс зеленой экономики : материалы Международного форума, Екатеринбург, 13–16 апреля 2018 г. – Екатеринбург : УрФУ, 2018. – Ч. 1. – С. 155–158.

156. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : статистический сборник / Национальный Статистический Комитет Республики Беларусь. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 203 с.

157. Land management and land-cover change have impacts of similar magnitude on surface temperature / S. Luysaert [et al.] // Nature climate change. – 2014. – Vol. 4. – P. 389–393.

158. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy / T. Hasegawa [et al.] // Nature Climate Change. – 2018. – Vol. 8. – № 8. – P. 699–703.

159. Изменение климата и продовольственная безопасность: ждет ли нас продовольственный тоталитаризм / М. Апанович [и др.]. – М. : Фонд развития и поддержки Международного дискуссионного клуба «Валдай», 2022. – 33 с.

160. Our Future in the Anthropocene Biosphere: Global sustainability and resilient societies / C. Folke [et al.] // SSRN : Electronic Journal. – 2020. – № 272. – 72 p.

161. Заместитель Генсека ООН: мир столкнулся с крупнейшим продовольственным кризисом в современной истории [Электронный ресурс] / Новости ООН. – Режим доступа: http://news.un.org/ru/story/2023/02/1437812?utm_source=UN+News++Russian&utm_campaign=e3954f0a5b-. – Дата доступа: 20.12.2022.

162. Положение дел в связи с отсутствием продовольственной безопасности в мире. На пути к достижению намеченных на 2015 год международных целей в области борьбы с голодом: обзор неравномерных результатов [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. – Рим, 2015. – Режим доступа: http://cdn.wfp.org/wfp.org/publications/sofi_2015.pdf. – Дата доступа: 07.02.2023.

163. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире – 2022. Переориентация политики в области продовольствия и сельского хозяйства в интересах повышения

экономической доступности здорового питания [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. – Рим, 2022. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/cc0639ru/cc0639ru.pdf>. – Дата доступа: 07.02.2023.

164. Rai, K. K. Integrating speed breeding with artificial intelligence for developing climate-smart crops / K. K. Rai // *Molecular Biology Reports*. – 2022. – Vol. 49. – P. 11385–11402.

165. Roitsch, T. Functional phenomics for improved climate resilience in Nordic agriculture / T. Roitsch [et al.] // *Journal of Experimental Botany*. – 2022. – Vol. 73. – № 15. – P. 5111–5127.

166. Li, C. Breeding crops by design for future agriculture / C. Li // *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*. – 2020. – Vol. 21. – № 6. – P. 423–425.

167. Netherlands: Agricultural Biotechnology Annual [Electronic resource] / USDA Foreign Agricultural Service. – Mode of access: <http://fas.usda.gov/data/netherlands-agricultural-biotechnology-annual-5>. – Date of access: 12.12.2022.

168. Honduras: Agricultural Biotechnology Annual [Electronic resource] / USDA Foreign Agricultural Service. – Mode of access: <http://fas.usda.gov/data/honduras-agricultural-biotechnology-annual-8>. – Date of access: 12.12.2022.

169. Vietnam: Food and Agricultural Import Regulations and Standards Export Certificate Report [Electronic resource] / USDA Foreign Agricultural Service. – Mode of access: <http://fas.usda.gov/data/vietnam-food-and-agricultural-import-regulations-and-standards-export-certificate-report>. – Date of access: 12.12.2022.

170. European Union: Biotechnology and Other New Production Technologies Annual [Electronic resource] / USDA Foreign Agricultural Service. – Mode of access: <https://fas.usda.gov/data/european-union-biotechnology-and-other-new-production-technologies-annual>. – Date of access: 12.10.2022.

171. Сивченко, О. Искусственный фотосинтез. Перспективы и проблемы [Электронный ресурс] / О. Сивченко // Хабр (Сообщество IT-специалистов). – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/562472/>. – Дата доступа: 02.02.2023.

172. Румянцев, Д. Ученые разработали искусственный фотосинтез, который позволяет расти продуктам в темноте [Электронный ресурс] / Д. Румянцев // Hi-News.ru. – Режим доступа: <https://hi-news.ru/research-development/uchenye-razrabotali-iskusstvennyj-fotosintez-kotoryj-pozvolyaet-rasti-produktam-v-temnote.html>. – Дата доступа: 02.02.2023.

173. Производство еды без солнца: искусственный фотосинтез может изменить рацион завтрашнего дня [Электронный ресурс] // Nachedeu. – Режим доступа: <https://www.nachedeu.com/производство-еды-без-солнца-искусств/>. – Дата доступа: 02.02.2023.

174. Faunce, T. Governing the Global Food System Towards the Sustainocene with Artificial Photosynthesis [Electronic resource] / T. Faunce, B. Alex // International Food Law and Policy. – Mode of access: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07542-6_18. – Date of access: 12.10.2022.

175. Improving photosynthesis: Our best bet to create a food secure world [Electronic resource]. – Mode of access: <https://phys.org/news/2021-02-photosynthesis-food-world.html?deviceType=mobile>. – Date of access: 12.10.2022.

176. Сергейчик, С. А. Растения и экология / С. А. Сергейчик. – Минск : Ураджай, 1997. – 224 с.

177. Городское фермерство – будущее сельского хозяйства / Хабр (Сообщество IT-специалистов). – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/madrobots/articles/409599/>. – Дата доступа: 02.02.2023.

178. Brears, R. C. Urban Farming of the Future [Electronic resource] / R. C. Brears // Mark and Focus. – Mode of access: <https://medium.com/mark-and-focus/urban-farming-of-the-future-ba6a53d3878e>. – Date of access: 12.10.2022.

179. Сити-фермерство – ближайшее будущее.. И в России – тоже [Электронный ресурс] // Medium. – Режим доступа: <https://medium.com/@rucityfarms/сити-фермерство-ближайшее-будущее-и-в-россии-тоже-d8bb760d0d>. – Дата доступа: 02.02.2023.

Научное издание

Шкляр Александр Петрович

АГРАРНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ
В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Ответственный за выпуск *И. С. Крук*

Редактор *Д. О. Михеева*

Корректор *Д. О. Михеева*

Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*

Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 09.11.2023. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 12,55. Уч.-изд. л. 10,31. Тираж 100 экз. Заказ 279.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.