

УДК 338.43:551.58

*Л. Г. Ахметшина*

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,  
Москва, e-mail: akhmetshinalg@mail.ru

## **ВОЗМОЖНОСТИ РОССИЙСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В СНИЖЕНИИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И АДАПТАЦИИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ**

**Ключевые слова:** выбросы парниковых газов, климатические изменения, ресурсосберегающее сельское хозяйство, органическое сельское хозяйство, регенеративное (восстановительное) сельское хозяйство.

В результате сельскохозяйственной деятельности доля выбросов парниковых газов в мире составляет около 30%, в России более 5%. Грамотное использование потенциала сельского хозяйства, с одной стороны, позволит ограничить темпы глобального потепления, а с другой стороны, адаптироваться к негативным последствиям климатических изменений. В статье проведена оценка уровня выбросов парниковых газов от сельского хозяйства в мире и России, рассмотрены источники эмиссии парниковых газов, возможности российского сельского хозяйства в борьбе с климатическими изменениями. Достигнуть поставленных целей позволит изменение методов ведения сельского хозяйства, а именно, использование таких практик, как ресурсосберегающее земледелие, органическое и регенеративное (восстановительное) сельское хозяйство. Органическое сельское хозяйство выступает значительным шагом на пути к восстановительному сельскому хозяйству, основной целью которого является восстановление естественных циклов почв, сокращение потерь углерода в результате эрозии. Развитию органического и восстановительного сельского хозяйства будет способствовать увеличение государственной поддержки за счет эффективного использования нормативных инструментов, финансовых стимулов, информационного обеспечения.

*L. G. Akhmetshina*

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,  
e-mail: akhmetshinalg@mail.ru

## **OPPORTUNITIES FOR RUSSIAN AGRICULTURE TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND ADAPT TO CLIMATIC CHANGES**

**Keywords:** greenhouse gas emissions, climate change, conservation agriculture, organic agriculture, regenerative (restorative) agriculture.

As a result of agricultural activities, the share of greenhouse gas emissions in the world is about 30%, in Russia more than 5%. Proper use of the potential of agriculture, on the one hand, will limit the rate of global warming, and on the other hand, adapt to the negative consequences of climate change. The article assesses the level of greenhouse gas emissions from agriculture in the world and Russia, considers the sources of greenhouse gas emissions, the possibilities of Russian agriculture in the fight against climate change. Achieving the goals will allow a change in agricultural practices, namely, the use of practices such as conservation agriculture, organic and regenerative (restorative) agriculture. Organic agriculture is a significant step towards regenerative agriculture, the main goal of which is to restore natural soil cycles, reduce carbon losses due to erosion. The development of organic and regenerative agriculture will be facilitated by an increase in state support through the effective use of regulatory instruments, financial incentives, and information support.

### **Введение**

Глобальные климатические изменения и сельское хозяйство тесно связаны между собой. С одной стороны, сельскохозяй-

ственная деятельность вследствие прямых и косвенных выбросов парниковых газов, изменения системы землепользования, поглощающей способности растений и почвы,

растущих возможностей применения биотоплива приводит к глобальному потеплению. С другой стороны, сельское хозяйство испытывает заметное влияние отрицательных последствий изменения климата, проявляющихся в учащении погодных аномалий (засух, заморозков, обильных осадков), расширении ареала вредителей сельскохозяйственных культур, распространении болезней животных, изменении питательных свойств некоторых пищевых продуктов.

**Целью исследования** является оценка уровня эмиссии парниковых газов в результате сельскохозяйственной деятельности в мире и России, определение возможностей, направленных на уменьшение негативного воздействия на климат и адаптации сельского хозяйства к происходящим климатическим изменениям.

**Материал и методы исследования**

Работа выполнена на основе материалов исследований зарубежных и отечественных авторов, нормативно-правовой базы, статистических данных об изменении выбросов парниковых газов и климата в России и мире. Основными методами исследования выступили аналитический и сравнительный, табличный и графический с последующим обобщением данных.

**Результаты исследования и их обсуждение**

В 2019 году в результате сельскохозяйственной деятельности выбросы парниковых газов в мире составили 10,7 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., что занимает около 20% в структуре глобальных объемов выбросов (рис. 1). Если, наряду с прямыми, учесть косвенные выбросы парниковых газов в связи с производством средств сельскохозяйственного производства (минеральных удобрений, пестицидов, энергоресурсов и т.д.), транспортировкой сельскохозяйственного сырья и продовольствия, а также изменением землепользования, то доля мирового сельского хозяйства в глобальных выбросах парниковых газов достигнет почти 30%.

Источником парниковых газов в сельском хозяйстве выступает как производство продукции растениеводства и животноводства внутри фермерских хозяйств, так и процесс изменения землепользования. В результате сельскохозяйственной деятельности фермерских хозяйств выбросы парниковых газов в 2019 году составили 7,2 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. Изменение характера землепользования, в частности перевода площадей, занятых лесом, в категорию сельскохозяйственных угодий, добавило еще парниковых газов на 3,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв.

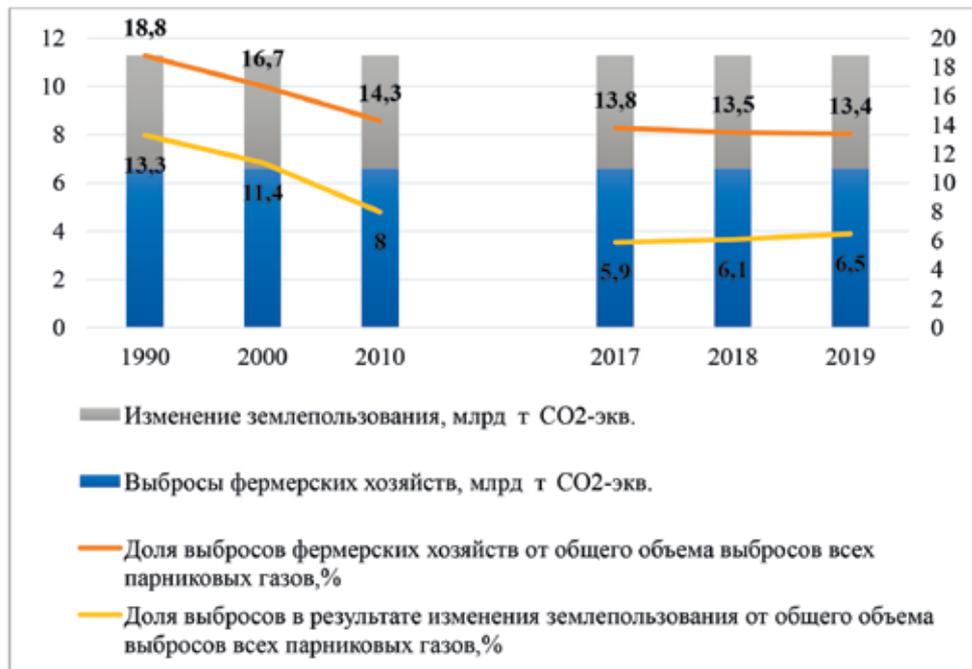


Рис. 1. Глобальные выбросы в сельском хозяйстве в 1990-2019 гг.  
 Источник: составлено автором по данным [1]

За последние почти 30 лет (1990-2019 гг.) глобальные выбросы сельского хозяйства сократились на 5% в основном за счет сокращения обезлесения. Изменился баланс между объемами выбросов парниковых газов внутри фермерских хозяйств и в результате изменения землепользования. Противоположные тенденции, увеличение выбросов внутри фермерских хозяйств на 9,2% при сокращении выбросов в результате изменения землепользования на 25,1%, компенсировали друг друга.

В структуре выбросов парниковых газов от сельскохозяйственной деятельности основную часть занимают метан и закись азота, также присутствуют углекислый газ и аммиак. Метан образуется в результате пищеварения органических продуктов у животных, применения органических удобрений. Закись азота является результатом микробиологических и химических преобразований органических веществ, окислительных и восстановительных реакций, возделывания кормовых площадей. В 1990-2019 гг. объемы выбросов метана и закиси азота увеличились соответственно на 10,3 и 23,1%.

Наибольший объем выбросов парниковых газов от сельского хозяйства приходится на Бразилию, Индонезию, Китай, Индию, Республику Конго и США (42% от глобальных выбросов в 2019 году) (рис. 2). В Китае, Индии и США практически все выбросы прямые – внутри фермерских хозяйств, в Бразилии, Индонезии и Демократической Республике Конго более 600 млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.

в каждой приходится на выбросы в результате вырубки лесов и торфяных пожаров. В большинстве стран в 1990-2019 гг. наблюдается прирост эмиссии парниковых газов, за исключением Бразилии и Индонезии (табл. 1).

Удельный вес России в выбросах парниковых газов от сельскохозяйственной деятельности в 2019 году составил 1,7%, причем наибольшая их доля приходится на выбросы внутри фермерских хозяйств. В 2000-2019 гг. удалось сократить эмиссию парниковых газов от сельского хозяйства на 13,1%.

В структуре мировых выбросов парниковых газов внутри фермерских хозяйств (7,2 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. в 2019 году) следует выделить такие основные источники, как эмиссия метана в результате кишечной ферментации в пищеварительных системах животных (2,8 млрд т CO<sub>2</sub>-экв.), использование удобрений (1,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., в том числе 0,9 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. за счет применения навоза в почвах и на пастбищах, 0,6 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. синтетических удобрений), осушение почв (0,8 млрд т CO<sub>2</sub>-экв.), выращивание риса (0,7 млрд т CO<sub>2</sub>-экв.), использование энергоресурсов (0,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв.).

Преобразование лесов (обезлесение) привело к выбросам в размере 2,9 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., пожары в лесах и саваннах добавили еще 0,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., пожары на торфяниках – 0,4 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. При этом поглощающая способность лесов (2,6 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. в 2019 году) практически компенсирует выбросы от преобразования лесов.



Рис. 2. Структура выбросов парниковых газов от сельского хозяйства по странам мира в 2019 году, %

Источник: составлено автором по данным [1]

Таблица 1

Совокупные выбросы парниковых газов от сельскохозяйственной деятельности по странам в 1990-2019 гг., млн т CO<sub>2</sub>-экв.

Страны		1990	2000	2010	2017	2018	2019
Бразилия	Выбросы фермерских хозяйств	374,1	419,2	538,4	555,4	544,4	552,8
	Изменение землепользования	1395,0	1388,3	1621,5	665,5	656,9	663,3
Индонезия	Выбросы фермерских хозяйств	386,9	411,1	455,9	489,9	494,1	491,5
	Изменение землепользования	998,4	757,9	100,0	245,0	428,5	657,6
Китай	Выбросы фермерских хозяйств	703,4	792,8	810,5	831,0	801,6	791,8
	Изменение землепользования	0,002	0,002	0,001	0,0003	0,0001	0
Индия	Выбросы фермерских хозяйств	648,4	704,6	756,2	766,6	774,3	768,2
	Изменение землепользования	1,0	0,8	25,8	1,0	0,5	0,4
Демократическая Республика Конго	Выбросы фермерских хозяйств	26,0	18,6	28,0	29,1	27,6	28,0
	Изменение землепользования	392,1	392,2	392,4	625,7	622,2	623,7
США	Выбросы фермерских хозяйств	459,0	468,3	475,3	475,0	479,1	476,7
	Изменение землепользования	61,1	61,1	0	59,7	59,7	59,7
Россия	Выбросы фермерских хозяйств	-	168,7	143,9	144,8	146,2	145,7
	Изменение землепользования	-	38,7	0	34,5	34,5	34,5
Мир – всего	Выбросы фермерских хозяйств	6603,7	6493,4	6944	7249,8	7229,1	7213,9
	Изменение землепользования	4675,6	4406,5	3883,5	3090,5	3257,2	3502,7

Источник: составлено автором по данным [1].

В совокупности пищеварительная ферментация у животных и преобразование лесов, каждая из которых дает выбросов около 3 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., составили в 2019 году 52,9% всех выбросов от сельского хозяйства, вместе с внесением удобрений и осушением почв – почти 75% (табл. 2, рис. 3).

Таблица 2

Источники эмиссии парниковых газов в мировом сельском хозяйстве в 1990-2019 гг.

	1990		2019		Динамика 2019/1990, %
	млн т CO <sub>2</sub> -экв.	%	млн т CO <sub>2</sub> -экв.	%	
Пищеварительная ферментация у животных	2493,7	21,8	2823,4	25,9	113,2
Хранение и удаление навоза	379,9	3,3	389,6	3,6	102,6
Выращивание риса	620,9	5,4	674,4	6,2	108,6
Внесение синтетических удобрений	421,7	3,7	600,5	5,5	142,4
Навоз, вносимый в почву	156,5	1,4	161,2	1,5	103,0
Навоз, оставленный на пастбище	564,4	4,9	763,9	7,0	135,3
Растительные остатки на полях	131,5	1,1	189,5	1,7	144,1
Сжигание растительных остатков	29,7	0,3	36,7	0,3	123,6
Осушение органических почв	735,9	6,4	832,9	7,6	113,2
Чистое преобразование лесов	4271,2	37,3	2945,1	27,0	69,0
Пожары в саванне	274,8	2,4	209	1,9	76,1
Пожары во влажных тропических лесах	121	1,1	112,7	1,0	93,1
Лесные пожары	178,6	1,6	178,4	1,6	99,9
Пожары в органических почвах	283,5	2,5	445	4,1	157,0
Использование энергии на ферме	794,8	6,9	532,7	4,9	67,0
Лесная местность	-3448,2	-30,1	-2637	-24,2	76,5

Источник: составлено автором по данным [1]



Рис. 3. Структура источников эмиссии парниковых газов в мировом сельском хозяйстве в 1990-2019 гг. Источник: составлено автором по данным [1]

По сравнению с 1990 годом структура выбросов парниковых газов изменилась незначительно. Наибольший прирост продемонстрировали выбросы от внесения синтетических удобрений (+42,4%), растительных остатков на полях (+44,1%) и их сжигания (+23,6%), навоза на пастбищах (+35,3%), что связано с увеличением объемов сельскохозяйственного производства. При этом сократились выбросы от преобразования лесов на 31%, но и поглощающая способность лесов уменьшилась на 23,5%.

Пожары на торфяниках привели к увеличению выбросов на 57%.

Выбросы парниковых газов от сельского хозяйства в России в 2019 году составили 114,2 млн т CO<sub>2</sub>-экв., наблюдается положительная динамика по сокращению выбросов на 53,9% по сравнению с 1990 годом (247,5 млн т CO<sub>2</sub>-экв.). Удельный вес выбросов от сельского хозяйства в совокупном объеме выбросов в 2019 году составил 5,4% (-2,4% по сравнению с 1990 годом) (рис. 4).



Рис. 4. Выбросы в сельском хозяйстве России в 1990-2019 гг. Источник: составлено автором по данным [2]

Существенными источниками выбросов в сельском хозяйстве России выступают прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (52557,0 тыс. тонн CO<sub>2</sub>-экв.) и выбросы CH<sub>4</sub> при внутренней ферментации домашних животных

(39090,4 тыс. т CO<sub>2</sub>-экв.), при этом по сравнению с 1990 г. их объемы соответственно сократились на 38,4 и 62,8%. В 2019 году вклад закиси азота в общие сельскохозяйственные выбросы составил 59,6%, CH<sub>4</sub> – 39,5%, CO<sub>2</sub> – около 0,8% (табл. 3, рис. 5).

Таблица 3

Источники выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России в 1990-2019 гг., млн т CO<sub>2</sub>-экв.

Категории источников	Газ	1990	2000	2010	2017	2018	2019	Динамика 2019/1990, %
Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	105,2	51,2	40,5	39,4	39,4	39,1	37,2
Системы сбора, хранения и использования навоза и помета	CH <sub>4</sub>	13,4	5,6	4,5	5,3	5,4	5,4	40,3
	Прямой выброс N <sub>2</sub> O	8,5	4,1	4,0	4,0	3,9	3,6	42,4
	Косвенный выброс N <sub>2</sub> O	7,0	3,2	3,1	3,3	3,4	3,2	45,7
Выращивание риса	CH <sub>4</sub>	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	66,7
Выбросы от сельскохозяйственных земель	Прямой выброс N <sub>2</sub> O	85,3	46,4	43,5	51,2	50,8	52,6	61,7
	Косвенный выброс N <sub>2</sub> O	17,1	6,8	6,6	8,5	8,4	8,7	50,9
Известкование почв и внесение мочевины	CO <sub>2</sub>	10,2	1,0	0,8	0,8	1,0	0,9	8,8
Всего		247,5	118,8	106,2	113,1	112,9	114,2	46,1

Источник: составлено автором по данным [3]



Рис. 5. Структура источников эмиссии парниковых газов в мировом сельском хозяйстве в 1990-2019 гг.  
Источник: составлено автором по данным [3]

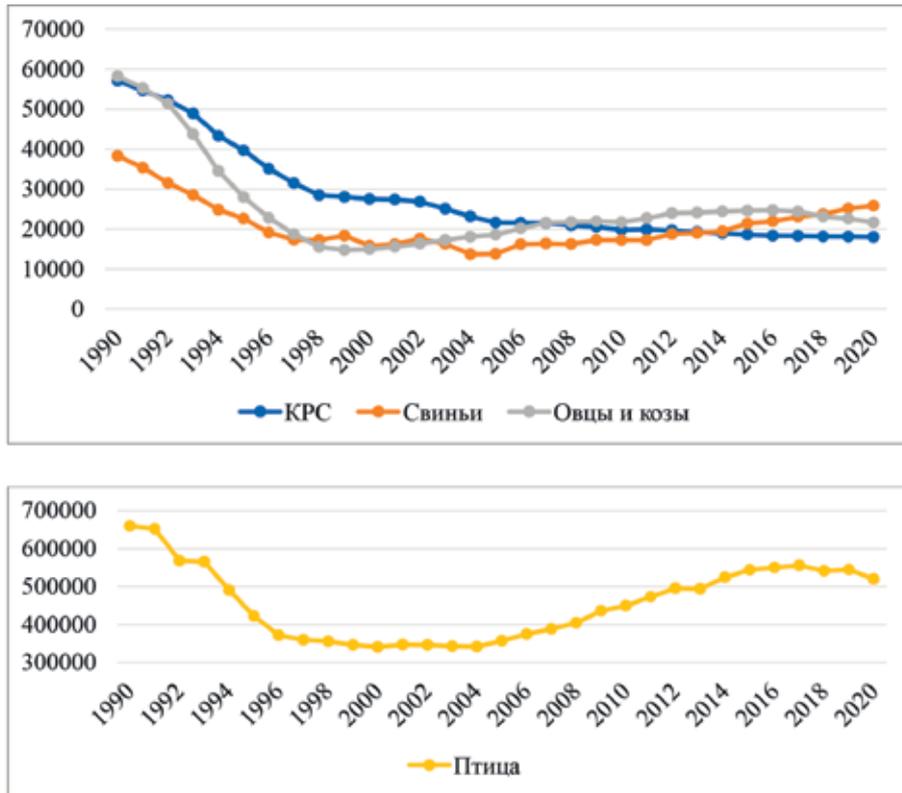


Рис. 6. Поголовье сельскохозяйственных животных в 1990-2020 гг., тыс. гол.  
Источник: составлено автором по данным [4]



Рис. 7. Посевные площади сельскохозяйственных культур и внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях в 1990-2020 гг.  
Источник: составлено автором по данным [4]

В 1990-2020 гг. наблюдается значительное сокращение поголовья сельскохозяйственных животных: крупного рогатого скота на 68,4%, свиней на 32,5%, овец и коз

на 62,8%, птиц на 21,2% (рис. 6), что повлекло снижение выбросов парниковых газов от сельского хозяйства. Данной тенденции способствовало также сокращение посев-

ных площадей сельскохозяйственных культур на 32,1% и внесение минеральных удобрений под посевы на 69,7% (рис. 7).

Сельскому хозяйству для борьбы с климатическими изменениями необходимо, с одной стороны, обеспечить сокращение выбросов парниковых газов посредством инновационных сельскохозяйственных технологий и увеличения поглотителей углерода, с другой стороны, адаптироваться к негативным последствиям, используя потенциальные выгоды. Достигнуть поставленных целей позволит изменение методов ведения сельского хозяйства, а именно, использование таких практик, как ресурсосберегающее земледелие, органическое и регенеративное или восстановительное сельское хозяйство.

Ресурсосберегающее земледелие базируется на таких принципах, как минимальная механическая обработка почвы, предшествующая высадке семян, а также при внесении удобрений, уборке урожая и других операциях; сохранение растительных остатков на поверхности почвы (мульчирование), позволяющее защитить почву от водной и ветровой эрозии, повысить ее продуктивность, улучшить физические, химические и биологические свойства почвы; использование дифференцированных севооборотов для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями, улучшения продуктивности земель под воздействием отдельных культур; эффективное управление пастбищными угодьями и др. Комплексное управление почвой, водными и биологическими ресурсами способствует сохранению, улучшению и повышению эффективности их использования.

Экологически безопасным и устойчивым методом ведения сельского хозяйства выступает органическое сельское хозяйство, ключевыми особенностями которого являются использование технологий вторичной переработки органического углерода в питательные вещества: прямая переработка навоза, эффективное компостирование, утилизация остатков. Применение органических удобрений исключает выбросы парниковых газов при внесении синтетических (азотных) удобрений и при их производстве. Благоприятно сказываются на экологии мульчирование, уменьшение эрозии почв и повышение их плодородия, увеличение оборота углерода за счет рециркуляции питательных веществ. В животноводстве смягчить негативные климатические последствия может использование энергетически насыщенных

кормов в рационе питания, изменение продолжительности, времени и места приема пищи и питья животными.

Снижению выбросов парниковых газов способствует также сокращение потребления ископаемых топливно-энергетических ресурсов, применение возобновляемых источников энергии в органическом сельском хозяйстве, прежде всего, солнечной и ветряной энергии. Использование жидкого биотоплива (биодизеля из масличных культур) или в смеси с обычным топливом однозначно имеет преимущества по сравнению с обычным топливом по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Кроме того, углекислый газ поглощается при выращивании самих масличных культур, но, с другой стороны, их возделывание приводит к прямым и косвенным выбросам парниковых газов, важное значение имеет фактор смены землепользования. Поэтому масличные культуры также нужно выращивать с применением органических технологий для удовлетворения собственных энергетических потребностей [5].

Различия между органическим и традиционным сельским хозяйством представлены в таблице 4 [6].

Органическое сельское хозяйство в России динамично развивается. В 2020 году площадь органических земель увеличилась до 392 тыс. га, работают около 130 органических хозяйств, 82 из которых имеют международные сертификаты (рис. 8). При этом масштабы развития сильно отстают от развитых стран.

Во многих регионах страны органическое сельское хозяйство выступает перспективным направлением развития, в том числе, с точки зрения адаптации к негативным последствиям изменения климата: засуха, наводнения, изменение режима выпадения осадков, высокий уровень концентрации углекислого газа в атмосфере. В средней полосе европейской части России будут доступны к созреванию сельскохозяйственные культуры, ранее выращиваемые в более южных широтах, повысится продуктивность традиционных сельскохозяйственных культур. В южных районах будет наблюдаться недостаток пресной воды. Однако резкие колебания от засухи до избыточного увлажнения будут отрицательно сказываться на урожайности культур. Усугубить ситуацию может распространение существующих и новых болезней растений и животных, живых организмов [8].

Различия между методами ведения сельского хозяйства

Признаки	Традиционное сельское хозяйство	Органическое сельское хозяйство
Обеспечение растений питательными веществами	Минеральные и органические удобрения, естественная азотфиксация	Органические удобрения, естественная азотфиксация
Защита растений	Химические средства	Естественные способы
Семеноводство	Использование лучшего семенного материала	Использование органического семенного материала
Кормление животных	Корма местного производства и покупные, комбикорма, витамины	Корма только местного производства без химических добавок
Лечение животных	Различные лечебные препараты, включая вакцины и антибиотики	Естественные способы и растительные лекарства



Рис. 8. Основные показатели развития органического сельского хозяйства в России в 2010-2020 гг. Источник: составлено автором по данным [7]

Только поддержка органического сельского хозяйства на государственном уровне в нормативно-правовом, финансовом и информационном аспектах будет способствовать ослаблению негативного климатического воздействия сельского хозяйства и его адаптации к существующим и потенциальным изменениям.

Органическое выступает значительным шагом на пути к восстановительному сельскому хозяйству.

Регенеративное или восстановительное сельское хозяйство предусматривает замкнутый цикл сельскохозяйственного производства: выращивание сельскохозяйственных культур, животных, корма для них, повторное применение отходов, при минимальном воздействии на почву, отказе от синтетических удобрений, применении различных севооборотов. Основной целью регенеративного сельского хозяйства является восстановление естественных циклов почв, сокращение потерь углерода в резуль-

тате эрозии. Такой подход позволяет сократить эмиссию парниковых газов, повысить устойчивость к изменению климата, увеличить урожайность и биоразнообразие, улучшить качество продукции.

Развитию восстановительного сельского хозяйства в России будут способствовать разработка комплексной программы и инвентаризация земельных ресурсов с точки зрения качества для последующего определения модели землепользования в конкретных геоклиматических и социально-экономических условиях, а также подготовка кадров по восстановительному сельскому хозяйству и популяризация данного подхода.

### Заключение

Таким образом, сокращению выбросов парниковых газов и смягчению негативного влияния на климат сельского хозяйства будут способствовать использование технологий и методов ведения сельского хозяйства, в частности, органического и восстанови-

тельного сельского хозяйства, повышающих производительность в растениеводстве и животноводстве, уменьшающих применение минеральных удобрений, пестицидов и ископаемых источников энергии, снижающих энергозатраты на гектар площади или на единицу продукции, удерживающих углерод в почве за счет улучшения пахотных земель и пастбищ, восстановления истощенных земель. Необходимо увеличить

поддержку развития органического и восстановительного сельского хозяйства за счет эффективного использования нормативных инструментов, финансовых стимулов, информационного обеспечения. При этом в целях обеспечения продовольственной безопасности необходимо сократить объемы потерь продуктов питания и отходов, изменить рацион питания на основе рекомендаций Всемирной организации здравоохранения.

*Библиографический список*

1. Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org>.
2. Основные показатели охраны окружающей среды // Статистический бюллетень, Москва, 2021. 110 с. [Электронный ресурс]. URL: [oxr\\_bul\\_2021.pdf \(rosstat.gov.ru\)](http://rosstat.gov.ru/oxr_bul_2021.pdf) (дата обращения: 15.03.2022).
3. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2019 гг. Часть 1. М., 2021. [Электронный ресурс]. URL: Информационные продукты (обзоры, доклады и др.) — ИГКЭ ([igse.ru](http://igse.ru)) (дата обращения: 15.03.2022).
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>.
5. Таран В.В., Соколова Ж.Е. Мировое органическое сельское хозяйство как фактор влияния и адаптации к глобальному изменению климата // Экономика и предпринимательство. 2017. №11. С. 1103-1114.
6. Akhmetshina L., Pokrovskaya T., Semernin D. Organic agriculture and sustainable development of the agrarian sector of regions in the context of “green” economy, MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. 05047. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819305047>.
7. Официальный сайт Союза органического земледелия. [Электронный ресурс]. URL: <https://soz.bio/>.
8. Шайтура С.В., Сумзина Л.В., Томашевская Н.Г., Филимонов С.Л., Минитаева А.М. Аграрный сектор в контексте глобального изменения климата // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 18-24.
9. Папцов А.Г., Шеламова Н.А. Глобальная продовольственная безопасность в условиях климатических изменений: монография. М.: РАН, 2018. 132 с.
10. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад / под ред. А.Ю. Иванова, Н.Д. Дурманова (рук. авт. кол.); М.П. Орлов, К.В. Пиксендеев, Ю.Е. Ровнов и др. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 120 с.