УДК 631.92:631.95

## ПОПОВ ВЛАДИМИР ДМИТРИЕВИЧ, АКАДЕМИК РАН

Родился в 1949 году, после окончания Вологодского молочного института (1971) работал инженером-механиком, младшим, а затем старшим научным сотрудником. С 1990 года заместитель директора по научной работе НПО "Нечерноземагромаш", а с 1994 г. — директор Северо-Западного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (в настоящее время Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства).

Доктор технических наук, академик РАН. Имеет 150 научных публикаций. Разработал методологию проектирования технологий и комплексов машин, адаптированных к условиям их функционирования на основе иерархически организованных моделей технологических процессов и операций.

Born in 1949 near Vologda, V. D. Popov graduated from the Vereshchagin Vologda Dairy Management Academy in 1971, after which he worked as mechanical engineer, junior and then senior research fellow. From 1990 to 1994 Popov was the Deputy Director for Science of the "Nechernozemagromash" Scientific and Production Association. Since 1994 V.D. Popov has been the Director of the North-West Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (now the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production — IEEP). Doctor of Technical Sciences (1998), Professor (2002), Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences (2005), Full Member of the Russian Academy of Sciences (2013).

The findings and results of Popov's scientific activity have been presented in 150 scientific publications. V. D. Popov is known for the development of a methodology of designing technologies and sets of machines adapted to the conditions of their performance, on the basis of hierarchically organized models of technological processes and operations.

# АГРОЭКОЛОГИЯ — ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства» (ИАЭП)
*Россия, 196625, Санкт-Петербург, п. Тярлево, Фильтровское ш. д. 3*
E-mail: nii@sznii.ru

Рассмотрены экологические проблемы, возникающие с развитием сельскохозяйственного производства и переходом его на индустриальную основу для продовольственного обеспечения населения. Анализируется воздействие агроценозов на естественные биогеоценозы. Показана взаимосвязь сельскохозяйственного производства и климатической изменчивости. Формулируется задача науки по биологизации сельскохозяйственного производства путем разработки адаптивных систем ведения сельского хозяйства и соответствующих агротехнологий. Представлены разработки ученых в данном направлении. Обосновывается необходимость перехода на принцип наилучших доступных технологий.

**Ключевые слова:** агроэкология, сельскохозяйственное производство, наилучшие доступные технологии, окружающая среда

**AGROECOLOGY: CHALLENGES AND SOLUTIONS**

**V. D. Popov, Full Member of the Russian Academy of Sciences**

Federal State Budget Scientific Institution "Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production" (IEEP)
*3, Fil'trovskoe sh., pos. Tiarlevo, St. Petersburg, 196625, Russia*
E-mail: nii@sznii.ru

Environmental challenges resulting from the development of agricultural production and its transition to the industrial scale farming with the aim to secure the food supply of population are considered. The impact of agrocenoses on natural ecosystems is analyzed. The relationship between the agricultural production and climatic variability is shown. The science is assigned a task of biologization of farming through development of adaptive production systems and corresponding agrotechnologies, therefore some relevant scientific developments are presented. The need in switching to the Best Available Techniques system is substantiated.

**Keywords:** agroecology; agricultural production; Best Available Techniques; environment.

Несмотря на достижения современной аграрной науки и достигнутый уровень технологического развития, проблема производства достаточного количества продовольствия остается и от ее решения зависит стабильность развития человеческой цивилизации. Одной из основных ее причин является рост населения планеты, ведущий к уменьшению обрабатываемых земель на душу населения, а также рост территории городов, дорог и промышленного производства.

Возможность дальнейшего увеличения площади пашни в мире близка к пределу. Прогнозируется, что к 2020 г. на одного жителя планеты будет приходиться только 0,2 га — менее половины от уровня 1950 г.

Сокращение площади, пригодной для агропроизводства, происходит и по причине растущего дефицита пресной воды, снижения уровня грунтовых вод. По данным специалистов ООН, к 2025 г. более половины стран Земного шара могут столкнуться с серьезным дефицитом пресной воды. Из 180 стран мира только Россия, Канада и Бразилия самодостаточны по обеспеченности водными ресурсами. В России — 22 % мировых запасов пресных поверхностных вод, которые требуют к себе бережного отношения.

Значительное увеличение объема производства возможно только путем интенсификация сельского хозяйства с переходом к индустриальному производству. Индустриализация сельскохозяйственного производства базируется на узкой специализации, концентрации производства на локальных площадках и широком применении химических и биологических препаратов, антропогенных веществ и материалов чуждых живой природе, что усиливает экологические риски в получении качественного продукта и оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В результате происходит накопление сельскохозяйственных, в первую очередь, животноводческих отходов, загрязнение поверхностных и подземных вод биогенными элементами, переуплотнение почв, развитие эрозии и сокращение биоразнообразия.

Современное агропромышленное предприятие, производящее конкурентоспособную продукцию, представляет собой природно-техническую систему (ПТС), т. е. совокупность природных и искусственных объектов, функционирующих на определенной территории. Объектами такой ПТС являются животноводческие фермы, сельскохозяйственные угодья, технические средства, транспорт, склады, хранилища, объекты энергетики, площадки ремонта и хранения техники, которые увязаны между собой в технологиях получения сельскохозяйственной продукции [1]. Основой ее является агроэкосистема, искусственно созданная и регулярно поддерживаемая человеком экосистема сельскохозяйственных ландшафтов. В наше время она занимает почти половину эколандшафтов, а по геологическому влиянию на биосферные процессы существенно превышает роль природных растительных биоценозов. Именно в связи с гегемонией агроценозов возникли такие угрожающие явления, как исчезновение многих видов флоры и фауны, парниковый эффект и др.

По расчетным данным АО «НИИ Атмосфера», ежегодно представляющего национальные доклады о выбросах основных и ряда специфических загрязняющих веществ в атмосферу, в рамках обязательств страны участницы Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, доля сельскохозяйственных источников по выбросу аммиака в атмосферный воздух составляет более 80 % (681,6 тыс. т). Поставлена задача проведения более детальных инвентаризаций источников выбросов в сельском хозяйстве с учетом применяемых технологий, обеспечивающих более точную оценку выбросов загрязняющих веществ от сельскохозяйственных источников.

Очевидно, необходимы серьезные исследования и по другим направлениям, обеспечивающие развитие агроэкосистем без пагубного воздействия на биосферу и человечество.

Важным свойством биосферы В. И. Вернадский считал непрерывно идущие в ней круговорот веществ и поток солнечной энергии, регулирующие деятельность живых организмов. Он доказывал, что «геологической силой является жизнь — «живое вещество», не просто населяющее биосферу, а преобразующее облик земли». [2]

Биосфера представляет собой открытую систему, которая обменивается веществом и энер-

гией с окружающей средой. Между процессами создания органического вещества, его преобразованием и разрушением устанавливается относительное равновесие, и экосистема остается устойчивой.

Устойчивость биосферы определяется: [3]

- исключительным разнообразием живого вещества;
- взаимозаменяемостью ее составляющих;
- дублированием звеньев биогенных циклов;
- жизненной активностью живого вещества.

Агроэкосистема находится в непосредственной связи с естественными условиями среды — почвой, почвенной и атмосферной влагой, почвенными микроорганизмами. В тоже время нарушается биотический круговорот, часть вещества и энергии отторгается, обедняется видовой состав. Как следствие уровень самоорганизации и устойчивость становится намного ниже. В этом случае, устойчивость может быть обеспечена только различными технологическими приемами, реализуемыми посредством использования антропогенных ресурсов. Поэтому для функционирования кроме энергии солнечного света необходимы дополнительные виды энергии, связанные с обработкой почвы, проведением сева, применением удобрений и пестицидов, уборкой урожая и другими технологическими процессами и операциями.

Основная задача аграрной науки заключается в разработке технологий, обеспечивающих активизацию биологического потенциала агроэкосистем и составляющих их элементов на всех уровнях (от отдельного растения и животного до всей агроэкосистемы) и замена значительной части антропогенной энергии внутренней энергией биологических процессов. Для реализации такого подхода ведется разработка адаптивных систем ведения сельского хозяйства. Сельхозпроизводителям необходимо предложить инновационные агротехнологии с разумным применением необходимых доз минеральных удобрений, пестицидов, химических консервантов, добавок, мелиорантов и др. По возможности предусмотреть их замену на органические, биоорганические удобрения, применение биологических препаратов и средств защиты. Исследования института сельскохозяйственной микробиологии показывают, что среди используемых препаратов только три группы (природные мелиоранты, органические удобрения, микробиологические препараты) не оказывают однозначно отрицательных эффектов в кратко-, средне- и долгосрочном планах. В нашей стране и за рубежом разработан целый ряд биопрепаратов на основе различных штаммов бактерий и грибов, обладающих комплексом полезных свойств, для повышения почвенного плодородия и продуктивности культурных растений, защиты их от фитопатогенной микрофлоры, повышения качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов. Ученые ВНИИМЗ предлагают использование ряда биосредств, производимых по ферментационно-экстракционной технологии, ЖФБ (биопрепарат), БоГум (гуминовое удобрение), ЖиБиСил и ЖиБиММ (биоконсерванты). По данной тематике имеются наработки, ведутся исследования и в других научных учреждениях России.

В целом реализация биологизации земледелия должна обеспечить расширенное воспроизводство плодородия почв, сокращение затрат ресурсов и энергии, уменьшение себестоимости продукции, повышение ее качества и улучшение экологической обстановки окружающей среды.

Особое внимание должно быть уделено формированию технологической политики, так как реализация всех достижений возможна только через производственные технологии.

Уровень интенсивности технологий определяется природно-климатическими, почвенными условиями и имеющейся материально-технической базой агропроизводителей. Эффективность производства, возможно, оценить отношением объемов производимой продукции и используемых ресурсов. Необходимое условие, чтобы использование ресурсов территории не превышало скорости их возобновления, а поступление загрязнений — скорости их безопасной ассимиляции в окружающей среде.

Сельскохозяйственное производство наиболее чувствительно и уязвимо к проявлениям климатической изменчивости. При планировании развития сельскохозяйственного производства необходимо учитывать прогнозы будущих агроклиматических условий, связанных с процессами глобального потепления для повышения устойчивости аграрной сферы к изменениям климата. Важен также и учет влияния производства на изменения климата, смягчения его последствий путем прогноза эмиссии парниковых газов в сельском хозяйстве.

Значимая роль сельскохозяйственного производства в восстановлении экологического равновесия территорий, подверженных сильному промышленному воздействию. Особенно это явно видно в экстремальных природно-климатических условиях Крайнего Севера, промышленное освоение природных ресурсов которого наносит значительный ущерб окружающей среде. Значительный ущерб причинен оленьим пастбищам и оленеводству, играющему наиболее важную роль в жизни народов Севера. Длительность процесса естественного восстановления техногенно нарушенных земель показала необ-

ходимость оперативного проведения комплекса научно обоснованных мероприятий по биологической рекультивации с использованием ресурсосберегающих способов и приемов создания почвенно-растительного покрова.

В решение данной проблемы внесен значительный вклад сотрудниками ФГНБУ Нарья-Марской СХОС. Данным коллективом разработаны и испытаны в производственных условиях приемы регулирования видового состава трав, оптимизации уровня минерального питания и подсева семян трав в дернину на землях, нарушенных в результате техногенного воздействия в течении длительного периода с учетом экстремальных условий тундровой зоны Ненецкого автономного округа. Использование полученных наработок позволяет ускорить процесс восстановления уникальных северных агроландшафтов в 2–3 раза.

Анализ ведущейся сельскохозяйственной деятельности в СЗ ФО РФ, проводимый коллективом ИАЭП, показал, что возрастание ее негативного воздействия обусловлено в первую очередь нарушением естественного цикла, увязывающего отрасли растениеводства и животноводства. Это привело к проблеме утилизации, образующегося навоза, помета и навозосодержащих стоков создающих угрозу окружающей среде в виде поступления азота и фосфора вводные источники и приводящих к эвтрофикации. В тоже время они могут использоваться в качестве сырья для повышения плодородия почв и выработки энергии. [4]

В области природоохранной политики России взято направление на внедрение, зарекомендовавшей себя в ЕС, системы нормирования на основе наилучших доступных технологий (НДТ). С 1 января 2015 года вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации, принятый 21 июля 2014 года, № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В соответствие с распоряжением правительства РФ № 2674-р, к перечню областей применения НДТ в сельском хозяйстве отнесено:

1. обезвреживание отходов, в том числе термическими способами;
2. захоронение отходов производства и потребления;
3. разведение свиней, сельскохозяйственной птицы;
4. очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов;
5. производство пищевых продуктов, напитков, молока и молочной продукции;
6. убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях;
7. сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров;
8. очистка сточных вод и выбросов загрязняющих веществ при производстве продукции (товаров), проведении работ и оказании услуг на предприятиях.

Основой системы являются справочники НДТ, которые должны быть разработаны для интенсивного свиноводства и птицеводства к 2017 году с учетом природно-климатических, ресурсных и прочих характеристик отдельных регионов, особенности используемых сельскохозяйственных технологий.

Для успешного решения задач по повышению экологической безопасности сельскохозяйственного производства необходимо проведение исследований по выявлению потенциальных источников и видов негативного воздействия технологий на окружающую среду, их количественную оценку, с соответствующей разработкой методической и нормативной базы, обеспечивающей эффективную работу мониторинговой системы, а также совершенствование и создание новых инновационных технологий производства сельскохозяйственной продукции на основе принципов НДТ.

**Литература**

1. *Афанасьев В. Н., Максимов Д. А., Афанасьев А.В.* Концепция развития системы экологической безопасности сельхозпроизводства// Достижения науки и техники АПК. 2007. № 10 С. 40–42

2. *Вернадский В. И.* Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский // Б-ка трудов акад. В. И. Вернадского. Живое вещество и биосфера. М., 1994.

3. Биосфера и агротехнологии: противоречия, проблемы, задачи науки, их решения / В. Кравчук, А. Кушнарёв // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке. 2012. Вип. 16(30). Книга 2. С. 4–22.

4. *Попов В .Д., Максимов Д .А., Брюханов А. Ю.* Инженерные методы решения проблем устойчивого развития сельскохозяйственного производства / В. Д. Попов, Д. А. Максимов, А. Ю. Брюханов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 4 С. 4–8.

**Информация об авторе:**

**Попов Владимир Дмитриевич,** д. т. н., академик РАН.

Директор ИАЭП.

Область научных интересов: решение современных агроинженерных проблем, разработка адаптивных технологий ресурсосберегающего производства, систем оценок эффективности использования машин и агрегатов, обоснование параметров их работы; разработка эвристического метода оценки технологий и машин с учетом компетентности экспертов; экология сельского хозяйства.

E-mail: nii@sznii.ru

**Popov, V. D.,** DSc (Tech.), Full Member of the Russian Academy of Sciences.

Director of the IEEP.

Areas of interests: solution of modern agroengineering problems, development of adaptive technologies of resource-saving production and efficiency rating systems for machines and units and substantiation of their operating parameters; development of a heuristic method for assessment of technologies and machines, taking into account the experts' competence; ecology of agriculture.

E-mail: nii@sznii.ru