

быстро снимались при помощи преподавателей кафедры высшей математики и технического персонала, присутствующих на тестировании. Участие преподавательского состава вызвано не только этими причинами, но и, очевидно, организацией работы в компьютерном классе при массовом тестировании, разрешением вопросов, связанных непосредственно с выполнением теста и т.д. Необходимо отметить при этом, что повторное компьютерное тестирование большинство студентов сдавало самостоятельно.

Техническая поддержка тестирования была на достаточном для нормальной работы уровне, хотя при проведении первого теста из-за большого количества участников тестирования (более ста человек) возникли определенные трудности с сетевым обеспечением. Однако при последующем тестировании после незначительных организационных изменений такие случаи отсутствовали.

Первый опыт компьютерного тестирования по высшей математике потока студентов-заочников показал, что вполне возможно (и нужно) развивать эту форму тестирования с целью создания для студентов более гибкого графика сдачи тестов и их пересдачи. Кроме того, компьютерное тестирование позволяет сразу оценить ответы, работа в компьютерном классе фактически разбивает поток на отдельные группы, что делает фактически работу отдельного студента более самостоятельной по сравнению с массовой аудиторной сдачей теста. Отметим также, что использование сетевого программного обеспечения Moodle позволяет совершенствовать форму и содержание самих вопросов тестов, например, за счет увеличения количества вопросов с числовыми ответами, в том числе с "плавающими", за счет подключения специальных программ и файлов; развивать формы контроля помимо тестового; развивать формы учебно-методической поддержки курса, например, включением мультимедийных фрагментов и Web-документов. Сказанное позволило бы в значительной степени поднять уровень дистанционной формы обучения студентов-заочников. Все это требует решения возникающих вопросов по организации учебного процесса и, конечно, возможно только при определенном уровне общего развития компьютерных сетей по месту проживания студента, связанным как с количественной, так и с качественной их характеристикой, что в настоящее время, особенно в сельской местности, далеко не всегда имеет место.

В заключение отметим, что тестовый контроль на этапе процесса диагностики и контроля является полноправным элементом системного мониторинга качества образования в вузе и успешно заменяет контрольные работы на этапе оценки текущих знаний студентов-заочников. Однако он не может заменить проверку знаний, осуществляемых с помощью устного опроса на практических занятиях, зачетах и экзаменах, поскольку при тестировании нет возможности проверить корректность и обоснованность рассуждений, необходимых при выполнении конкретных заданий, так же как и общую подготовленность студента.

## **НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ РЕЗЕРВЫ, или КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**В.П. Валько, к.с.-х.н., доцент, А.В. Щур, к.с.-х.н., доцент,  
И.Н. Макар, соискатель, О.В. Валько, соискатель**

*Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)*

Среди многих проблем, которые необходимо решать безотлагательно для обеспечения устойчивого развития земледелия в республике, первостепенное значение имеет осуществление комплекса мер по сохранению и повышению плодородия почвы. И в первую очередь, необходимо остановить разрушение почвы за счет водной и ветровой эрозии. Отрицательное влияние эрозионных процессов заключается не только в разрушении почвенного покрова и снижении почвенного плодородия, но и в снижении экономической эффективности сельскохозяйственного производства и заметном осложнении экологической ситуации.

В условиях Беларуси, плоскостной смыв проявляется уже на склонах с крутизной 1, а на открытых мелиорированных территориях Полесья песчаные и торфяно-болотные почвы подвергаются ветровой эрозии уже при скорости ветра 3-4м/сек. В большей степени почвы эродированы в Витебской (14,0%), Гродненской (12,0%), Могилевской (11,5%) и Минской (10,8%), где преобладают процессы плоскостного смыва. В Гомельской (7,8%), Брестской

областях (9,4%) преобладают дефляционные процессы. Всего 65,5% пашни в республике деградировано.

Основная причина деградации почвы — это ее обработка, основанная на отвальной вспашке, которая не только не отвечает требованиям сегодняшнего дня, но и наносит большой урон в виде растущей деградации почв, снижения плодородия и эффективности сельскохозяйственного производства в целом. Если в 1976 году в республике было 2,1 млн. га пахотных почв, подверженных водной и ветровой эрозии, то в настоящее время 3,8 млн. га (65% пашни) и разрушение почвы продолжается, несмотря на проводимые защитные мероприятия. Недобор урожая на таких почвах колеблется от 20 до 60%. Данные Белорусского НИГП «Институт почвоведения и агрохимии» свидетельствует о том, что при зяблевой вспашке даже поперек склона с каждого гектара смывается 18 и более тонн почвы. А в Брестской области появились пыльные бури как на Кубани, где по ветру разносится наше богатство. Разрушение почвы, согласно нашим исследованиям, является основной причиной снижения экономической эффективности сельскохозяйственного производства в последние годы. Общеизвестно, что уровень эрозии почвы нельзя считать допустимым, если ежегодный объем превышает 12,5 т/га. В нашей стране потери от эрозии значительно превышают допустимый уровень. Аналогичное положение было 40 лет назад в США, когда из-за разрушения почвы эффективность сельскохозяйственного производства резко снизилась и появились перспективы прямых убытков и потери устойчивости сельскохозяйственного производства в стране. Осознав опасность этого явления, госорганы и общественность страны принимают кардинальные меры по предотвращению эрозии почв. Так, приняты законодательные акты, где предусматривается возмещение ущерба, наносимого земельным и водным ресурсам в процессе обработки почвы. Создана специальная государственная служба, оказывающая фермерам техническую и практическую помощь при внедрении почвозащитных технологий и Общенациональный центр по развитию почвозащитных технологий, что дало дополнительный толчок ускоренному внедрению их в США. Правительство за короткий срок организовало два общенациональных обследования земельных и водных ресурсов. На их основе все почвы были сгруппированы по четырем классам и пяти видам почвозащитной обработки, отличающиеся степенью механического воздействия на почву: нулевая, гребневая, полосная, мульчирующая, сокращенная. Из всех видов обработок почвы наибольшее распространение получила мульчирующая.

В нашей стране на всех видах почв господствует один вид обработки — вспашка. Особенно вредна зяблевая вспашка, когда 7-8 месяцев почва подвергается разрушительному воздействию воды и ветра. Вместе с почвой вымывается 200 кг гумуса, 10 кг азота, 5 кг фосфора, 6 кг калия. Если учесть, что ежегодно в республике поднимается 2 млн. га зяби, то получается, что мы теряем ежегодно 400 тыс. тонн гумуса, 20 тыс. тонн азота, 10 тыс. тонн фосфора и 12 тыс. тонн калия. Необходимо учесть, что при вспашке идет усиленная минерализация гумуса. Для того чтобы восполнить потери гумуса только от эрозии, необходимо вывести на поля дополнительно 8 млн. тонн органических удобрений, плюс 30 млн. тонн для восполнения гумуса, разложившегося при возделывании сельскохозяйственных культур. Такого количества органики у нас нет. По расчетам экономистов, затраты только на перевозку и внесение 1 тонны органических удобрений до 5 км составляют в среднем 5-7 долл. США. Чтобы вывести такое количество удобрений на поля, необходимо 253 млн. долл. США. Не все хозяйства располагают необходимыми финансовыми ресурсами, чтобы выполнить такую работу. Это привело к тому, что содержание гумуса на пашне в последнее время снизилось в 65 районах республики (И.М. Богдевич, В.В. Лапа, 2005).

Поэтому регулировать органическое вещество почвы необходимо, в основном, структурой многолетних и однолетних бобовых и бобово-злаковых трав. В Нидерландах, например, 70% общей площади земель сельскохозяйственного назначения занято посевом многолетних трав. Благодаря этому основную часть кормов в стране получают с высокой энергетической эффективностью и полностью обеспечивают свое население продуктами животноводства. Многолетние травы, при урожайности 250-300 ц/га зеленой массы, оставляют пожнивных и корневых остатков, равносильно внесению 60 т/га навоза. При наличии в севообороте 25% многолетних трав, продуктивность пашни увеличивается на 20%, обеспечивается положительный баланс гумуса в почве, на 55% снижается потребность в минеральных удобрениях. Поэтому, если нам иметь 855 тыс. га многолетних бобовых трав, то за счет симбиотической азотфиксации мы имели бы 331,5 тыс. тонн симбиотического азота. Ежегодно по республике потребляется около 512 тыс. тонн азотных удобрений. Таким образом,

мы могли бы покрывать 65% потребности в азоте за счет биологического синтеза и экономить ежегодно около 57 млн. долларов США, сохранить от загрязнения окружающую среду. Биологический азот экологически безвреден и не вымывается осадками в грунтовые воды. В клину многолетних бобовых трав предпочтительно иметь одновременно люцерну, клевер, эспарцет. Первая отличается стабильно высокими размерами азотофиксации (коэффициент азотофиксации надземной массы составил 0,86, у клевера — 0,79, эспарцета — 0,80). Клевер характеризуется большим биологическим потенциалом в первый год пользования, а третий — хорош на бедных почвах. Таким образом, обогащение почвы симбиотическим азотом, в зависимости от вида многолетних трав, уровня их обеспеченности фосфором и калием, погодных условий составляет 175–258 кг/га и более. Лимитирующие факторы этого процесса — слабая обеспеченность почвы органическим веществом, которое является питательным субстратом для микроорганизмов, соединениями фосфора, избыток минерального азота. К сожалению, земледелие в республике развивается не в направлении его биологизации. Площадь многолетних трав сократилась с 1451 тыс. га в 1990 году до 794 тыс. га в 2009 году, а доля бобовых в структуре многолетних трав составила только 32% при необходимых 70%. И, как следствие, рентабельность производства зерна снизилась с 82,4% в 1990 году до 1,5% в 2007 году, в 2008 году — 21,9%, 2009 — 0,4%.

Однолетние бобово-злаковые смеси играют большую агротехническую роль не только как хорошие предшественники для многих культур, но и являются большим подспорьем в пополнении органического вещества почвы. Результаты наших исследований показали, что возделывание райграса однолетнего при подсеве его в однолетние бобово-злаковые смеси позволяет не только получать высокие урожаи надземной массы, но и значительно увеличить количество корневых и поукосных остатков. При выращивании его с пелюшко-овсяной смесью в среднем за три года количество корневых и поукосных остатков увеличилось на 55,7%, с вико-овсяной смесью — на 72,3%, с люпино-овсяной — 49,2% в сравнении с аналогичными смесями без райграса и составило соответственно 3,98, 3,83, 4,46 т/га. Достоинством этого приема является то, что он не требует дополнительных затрат на заготовку и внесение органических удобрений, а баланс гумуса из отрицательного становится положительным. К сожалению, на практике этому приему не уделяется внимания. Об этом говорит тот факт, что по площадям, занимаемым однолетними травами, ЦСУ даже не ведет учета.

Одним из дешевых источников пополнения почвы органикой и питательными веществами является возделывание сидеральных культур. С урожаем 300 ц/га зеленой массы редьки масличной, рапса в почву поступает 549, 447 кг/га NPK. Но при этом принципиальное значение имеет способ заделки зеленых удобрений. И, конечно, самый дешевый источник пополнения почвы органическим веществом — это солома. Этот источник мы тоже не используем в полной мере. При измельчении и заделке ее дисками с добавлением 10 кг азота на 1 т соломы эффективность этого приема в 4–5 раз дешевле применения навоза. Себестоимость зерновых при этом снижается на 19–20%.

В условиях республики имеет существенное значение не только срок сева сельскохозяйственных культур, но и срок основной обработки почвы. Исследованиями, проведенными на экспериментальной базе «Жодино» Смолевичского района, установлено, что перенесение сроков вспашки с августа на октябрь приводит к снижению продуктивности в среднем на 6 ц/га. В целом по республике в оптимальные сроки (с августа по октябрь) поднимается зяби 6–10%. Из-за несвоевременной зяблевой обработки мы ежегодно теряем около 600 тыс. тонн зерна. Объясняется это низкой производительностью плугов, дефицитом и высокой стоимостью горюче-смазочных материалов. Если за 1 час трактором Т-150 с плугом ПЛН-5-35 можно вспахать 1,04 га, то чизелем за это время можно обработать 3–3,2 га. Чизельная обработка почвы позволяет проводить эти работы в оптимальные сроки, что даст возможность повысить урожайность на 6 ц/га, в 1,5 раза уменьшить энергозатраты и ежегодно экономить 10 литров топлива на каждом гектаре, а по республике это составит 40,4 млрд. рублей, избежать потерь питательных веществ и разрушение почвы. Нам необходимо срочно пересмотреть устаревшие стереотипы и отменить обязательную зяблевую обработку почвы плугом. Многие творчески мыслящие руководители и специалисты давно уже применяют такой прием на свой страх и риск. Так поступают, например, в СПК «Рассвет им. К.П. Орловского Кировского района, где хозяйство возглавляет Александр Шаплыко. Исключив зяблевую вспашку на 6 тыс. га сэкономили 48 т дизельного топлива, что в денежном выражении составило 10 млн. рублей, но урожайность получают по 60–70 ц/га

зерна. Осеннюю вспашку проводят только на полях, где вносится органика и при подъеме пласта многолетних трав.

Севооборот — это основной закон для земледельца и расплата за его нарушение не заставляет долго ждать. Важно подчеркнуть диалектическую сущность севооборота, которая заключается в том, что он возник как необходимость разумного взаимодействия человека с природой. В настоящее время удельный вес зерновых в севооборотах составляет 60-70% и поэтому ежегодно 600-800 тыс. га зерновых засеваются по стерневым предшественникам. В опытах установлено, что даже при однократном размещении зерновых культур по стерневым предшественникам отмечается резкое увеличение засоренности посевов пыреем ползучим и другими многолетними сорняками (Л.А. Булавин, 2001). Не в полной мере применяется такой важный и простой способ, позволяющий сохранить влагу в почве, сдерживать засоренность полей как послеуборочное лушение стерни. В 1986 г, например, оно проводилось на 100% пахотных земель, при основной обработке почвы, в 2009 г. — лишь на 13%. Получается, что мы не боремся с сорняками биологическим, агротехническим путем, а используем дорогостоящие химические препараты и разрушаем окружающую среду и свое здоровье, подрываем экономику хозяйств. Например, в 2007 г. в Беларуси производные глифосата применялись на площади 1,15 млн. га. При оптимизации всего комплекса агротехнических мероприятий (обязательное лушение стерни, сроков использования многолетних трав, соблюдение севооборотов, применение интенсивного занятого пара) мы могли бы снизить затраты на эти цели на 26,4 млн. долларов США (Ф.И. Привалов и др., 2008) или на 73,9 млрд. белорусских рублей.

Эффективность земледелия во многом определяется уровнем обеспеченности почв элементами минерального питания. В минимуме чаще всего находятся доступные растениям азотсодержащие соединения. Решение этого вопроса за счет наращивания производства и применения промышленных азотных минеральных удобрений, даже при современном уровне развития производительных сил, позволит лишь на 30 % удовлетворить потребность в них. Кроме того, энергозатраты на производство, транспортировку, хранение растут более высокими темпами, чем отдача от них. Например, если в 50 годы XX века внесение 1 тонны удобрений в среднем повышало урожай зерновых на 11,5 т, то 60-е годы прибавка составила только 8,3, а в 70-е снизилась до 5,9 тонн (М.А. Кадыров, 2004). Исследованиями установлено (А.И. Иващенко, 2008 г.), что доля азота минеральных удобрений в формировании урожая составляет 40%, а остальные 60% теряются в результате вымывания в поверхностные и грунтовые воды, что значительно ухудшает экологическую обстановку и наносит значительный экономический ущерб. В результате из обследованных 945 колодцев в республике или 75% питьевой воды в сельской местности не соответствует стандарту. ПДК по нитратам во всех обследованных колодцах превышала в 2-3 раза, а в зонах животноводческих комплексов в 14-15 раз. Дело дошло до отравления нитратами детей со смертельным исходом в Мостовском районе Гродненской области («Беларусь сегодня», от 10.06.2008 г.) и, к сожалению, такие случаи не единичны.

Недостаток обработки почвы с оборотом пласта, по мнению многих исследователей (В.И. Санковский), состоит в том, что это глубокое вмешательство в жизнь почвы, вызывающее разрушение природного строения почвенных зооценозов, снижение способности к биологическому саморегулированию. Свободно живущие азотофиксирующие виды бактерий *Azotobacter*, *Klebsiela*, сине-зеленые водоросли — *Nostoc*, *Ahabaena* (цианобактерии) фиксируют значительное количество азота на гектар в год. В то же время некоторые ученые, исходя из теоретических предпосылок, считают, что усвоение атмосферного азота свободноживущими азотофиксирующими почвенными микроорганизмами не может иметь большого значения. С такими высказываниями согласиться нельзя. Вот, например, как оценивают значение биологического процесса азотификации для всех почв США Липман и Конибар. По их сравнительным данным, пополнение связанного азота в почвах США происходит за счет: органических удобрений — 11%, минеральных удобрений — 6%, дождевых вод — 23, жизнедеятельности свободно живущих азотофиксирующих бактерий — 27%, жизнедеятельности симбиотических бактерий — 34%. Но мы своими действиями не способствуем жизнедеятельности азотофиксирующих бактерий, а мешаем. Например, анаэробный азотофиксатор *Clostridium pasteurianum* находится в нижних слоях почвы, а аэробный *Azotobakter chroococcum* в верхних слоях и, когда вспашкой мы их переворачиваем, то не работает ни тот ни другой. В последние годы, помимо известных уже азотофиксаторов, различными учеными выделено много новых микроорганизмов, обладающих этой способностью. Имеются азотофик-

саторы среди грибов, актиномицетов, олигонитрофильных бактерий, некоторых видов сине-зеленых водорослей. Сейчас уже ясно, что функция усвоения азота из воздуха довольно широко представлена у микроорганизмов и эту способность микроорганизмов необходимо умело использовать. Например, необходимо заботиться о достаточном количестве органического вещества в почве, которое служит для микроорганизмов источником энергетического материала, при хорошей обеспеченности которым, проявляется в полной мере азотофиксирующая способность. Для интенсивного земледелия, построенного на притоке извне синтетических веществ и энергии, нацеленного на сиюминутную прибыль, микробный блок представляется вредной подсистемой, которую пытаются игнорировать или устранить. Налицо отказ от услуг бактерий, фиксирующих азот воздуха. Все названные причины, которые мы указали выше, привели к тому, что сельскохозяйственная отрасль, базирующаяся на использовании даровой энергии солнца, оказалась в числе ресурсорасточительных и природоопасных.

Агропромышленный комплекс республики является крупным потребителем ресурсов. Ежегодно ему необходимо более 1,1 млн. т. автотракторного топлива, что составляет 35% общереспубликанского расхода. На технологические цели в растениеводстве и животноводстве затрачивается 2,7 млрд. кВт.ч. электроэнергии, 2,6 млн. Гкал. тепловой энергии. Годовая потребность в металле (в виде готовых машин) составляет 350 тыс. тонн. Если все материальные ресурсы, потребляемые на производство продукции растениеводства и животноводства (нефтепродукты, металл, удобрения, химикаты и др.) перевести в условное топливо, то все затраты энергоресурсов на получение 1 центнера зерна составят 28–30 кг.у.т., картофеля — 9–12, говядины — 460–530, свинины — 465–512, молока — 83–93 кг.у.т. на центнер. Эти показатели при их условности, в 2–4 раза превышают уровень ресурсоемкости продукции сельского хозяйства США. Если в 80–90 годах в структуре затрат на производство с/х продукции топливо составляло 7–8% от общих затрат, то в настоящее время эти соотношения изменились — затраты на топливо и амортизационные отчисления на эксплуатацию машин составляют 80%, а затраты труда — 3–5%. Таким образом, национальное сельское хозяйство все еще остается энергоемким, материалоемким с низкой производительностью по сравнению с развитыми странами. Следовательно, успешно развивать сельское хозяйство можно только за счет широкомасштабного освоения ресурсо- и энергосберегающих технологий при переходе на почвозащитное и энергосберегающее земледелие.

## ЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПФАФФА ТИПА ФУКСА НА $CP^m$

**Н.Д. Василевич, к. ф.-м.н., доцент**

*Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)*

В настоящей работе рассматривается линейная система дифференциальных уравнений с заданными особыми алгебраическими поверхностями. При помощи систем уравнений этого типа решается ряд задач в теории упругости, в теории движения грунтовых вод и ряд других задач теоретической физики и механики сплошной среды. Данные системы также используются при создании экономических моделей, которые описываются дифференциальными уравнениями.

Уравнение, указанное в заглавии и рассматриваемое в этой статье, — это уравнение вида

$$dY = \left( \sum_{i=1}^q A_i \frac{dP_i(x)}{P_i(x)} \right) Y, \quad (1)$$

где  $Y$  — неизвестная, а  $A_i$  — заданные квадратные комплексные матрицы порядка  $p$ ,  $P_i$  — однородные неприводимые полиномы степени  $p_i$  от  $x = (x_0, K, x_m)$  и

$$p_1 A_1 + K + p_q A_q = 0. \quad (2)$$

Уравнение (1) является частным случаем линейного уравнения Пфаффа вида:  $dy = \omega(x)y$ , при