

УДК 63.001.57

UDC 63.001.57

**ИНТЕНСИВНАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ УБОРОРОЧНО-
ТРАНСПОРТНО-ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

**INTENSIVE RESOURCE-SAVING
TECHNOLOGY OF HARVESTING –
TRANSPORTATION – LAYING-IN
PROCESSES IN AGRARIAN AND INDUSTRIAL
COMPLEX**

Бакурадзе Леонид Амбросиевич
аспирант
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Краснодар, Россия*

Bakuradze Leonid Ambrosievich
post-graduate student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Рассматривается концепция технологии организа-
ции работы уборочно-транспортно-
заготовительного комплекса в формате товарной
зоны Заготовительного предприятия в период про-
ведения в АПК уборки-заготовки урожая зерновых
и сахарной свеклы

The concept of technology of the organization of work
of harvesting – transportation – laying-in complex in a
format of a commodity zone of the procuring enter-
prise in a period of holding harvesting-laying-in of a
grain yield and a sugar beet in agrarian and industrial
complex is considered

Ключевые слова: ИНТЕНСИВНАЯ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
УБОРОРОЧНО-ТРАНСПОРТНО-
ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ,
АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Keywords: INTENSIVE RESOURCE-SAVING
TECHNOLOGY OF HARVESTING –
TRANSPORTATION – LAYING-IN PROCESSES,
AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

В период проведения уборочно-транспортно-заготовительных работ на территории Агропромышленного комплекса района или/и региона происходит интенсивное производственно-техническое и технологическое взаимодействие Участников уборочно-транспортно-заготовительных Кампаний (*Кампаний*):

- поставщиков - Производителей сельхозпродукции;
- заготовителей - Приемных/Перерабатывающих предприятия;
- перевозчиков - Автотранспортных организаций.

Интенсивность взаимодействия Участников Кампаний обусловлена технологическими требованиями текущего момента:

- сезонностью осуществляемых работ;
- влиянием погодных условий на качество убираемого урожая;
- обеспечением высокого качества закладки на хранение;
- сроками проведения уборочно-заготовительных работ.

От слаженности работы уборочно-транспортно-заготовительного комплекса (*комплекса*) во многом зависят сроки проведения уборки-заготовки, качество и сортность заготавливаемой продукции. Слаженность работы комплекса оказывает большое влияние так же и на эффективность использования подвижного состава автотранспорта, погрузочной техники, разгрузочного оборудования, технологического оборудования Заготовительных предприятий, количество расходуемых ГСМ и электроэнергии. Согласованность взаимодействия участников уборочно-транспортно-

заготовительного процесса (*процесса*) непосредственно влияет на качество и стоимость заготавливаемой товарной продукции.

В настоящее время производственно-хозяйственные отношения участников уборочно-транспортно-заготовительной Кампании определяются *Договорами поставки сельхозпродукции, «Правилами организации и ведения технологического процесса на заготовительных предприятиях» и «Правилами организации перевозок сельхозпродукции»*. Эффективный организационно-технический механизм (математические модели) и инструментальное средство информатизации оперативного управления Кампанией (алгоритмы), которые бы обеспечили комплексную формализацию взаимодействия всех участников Кампании - отсутствуют.

ПОСТАНОВКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

Объектом управления будем считать товарную зону Заготовительного предприятия. В качестве Заготовительных предприятий определим такие перерабатывающие или осуществляющие хранение сельхозпродукции агроформирования как Элеваторы, Комбинаты хлебопродуктов, Приемные пункты, Сахарные заводы, Свеклоприемные пункты. В номенклатуру товарной продукции (сельхозпродукции) входят все зерновые-колосовые и сахарная свекла.

Товарная зона Заготовительного предприятия представляет собой совокупность территориально распределенных, производящих сельхозпродукцию, в нашем случае – производство зерновых колосовых и сахарной свеклы, агроформирований. Агроформирования-Сельхозпроизводители являются структурными образованиями различных форм собственности. Сельхозпроизводители осуществляют поставку товарной продукции на агроформирования-Заготовительные предприятия, которую Заготовительные предприятия потребляют для переработки или принимают на хранение. Агроформирования-Сельхозпроизводители могут располагаться на территории одного или нескольких административных образований.

На территории товарной зоны имеется фиксированная транспортная сеть, связывающая все агроформирования объекта управления и обеспечивающая транспортную доступность к местам уборки/погрузки и приема/разгрузки. Топология транспортной сети товарной зоны определяется взаиморасположением на территории товарной зоны Сельхозпроизводителей и Заготовительного предприятия. Транспортная сеть сконфигурирована звеньями транспортной сети. Звеном транспортной сети является участок транспортной сети, связывающий один пункт погрузки Сельхозпроизводителя с пунктом разгрузки Заготовительные предприятия. Каждое звено транспортной сети имеет фактическое расстояние. Транспортная сеть не имеет петель и узлов, но имеет путепроводные пересечения.

Крупные Сельхозпроизводители имеют распределенную структуру производственных подразделений – бригады, отделения, участки. Каждое структурное подразделение ведёт свою производственно-хозяйственную деятельность на закрепленных за ними земельных угодьях путем возделывания той или иной сельхозкультуры. Каждое структурное подразделение имеет в своем распоряжении уборочную технику (зерно - и свеклоуборочные комбайны), погрузочные механизмы (зерно - и свеклопогрузчики), площадки для кратковременного складирования (бурты) или подработки сельхозпродукции (механизированные тока). Каждое структурное подразделение имеет весовую, оснащенную весовым оборудованием, обеспечивающим взвешивание гружённых и порожних крупнотоннажных транспортных средств. Уборочная техника и погрузочные механизмы характеризуются нормированными техническими данными.

Заготовительное предприятие имеет пункт приемки товарной продукции. На территории пункта приемки располагаются посты разгрузки, укомплектованные крупнотоннажным разгрузочным оборудованием и механизмами. Разгрузочное оборудование и механизмы характеризуются нормированными техническими данными. При въезде на территорию пункта приемки находится Контрольно-визировочная лаборатория качества (КВЛК). На территории пункта приемки устроены несколько весовых на въезде и выезде с оборудованием для взвешивания гружённых и порожних крупнотоннажных транспортных средств.

На территории товарной зоны располагаются централизованные Автотранспортные предприятия (АТП), которые оказывают Сельхозпроизводителям, не имеющим своих транспортных ресурсов транспортно-экспедиционные услуги по доставке урожая с территории производственных подразделений Сельхозпроизводителей на Заготовительное предприятие. Каждое АТП выставляет на период проведения уборочно-транспортно-заготовительных Кампаний специально наряженный автоотряд в составе необходимого количества транспортных единиц.

Некоторые Сельхозпроизводители имеют Автопарк с достаточным количеством крупнотоннажных транспортных средств. В период проведения уборочно-транспортно-заготовительных Кампаний они могут выставлять свой специально наряженный автоотряд, который будет осуществлять вывоз только своей товарной продукции с пунктов погрузки своих структурных подразделений на пункт приемки Заготовительного предприятия.

На период проведения уборочно-транспортно-заготовительной Кампаний юридически (на основе договоров) определено организационно-экономическое закрепление Сельхозпроизводителей за Заготовительными предприятиями и централизованных Автотранспортных предприятий за Сельхозпроизводителями. В течении всего срока проведения уборочно-транспортно-заготовительной Кампании, на каждый день всеми Участниками выделяются ресурсы и задаются временные режимы работы. Сель-

хозпроизводителями выставляются подготовленные к сдаче (на вывоз) объёмы товарной продукции по видам. Автотранспортные предприятия и Автопарки Сельхозпроизводителей выставляют свои автоотряды для оказания Сельхозпроизводителям и Заготовительному предприятию транспортно-экспедиционных услуг по доставке урожая с пунктов погрузки Сельхозпроизводителей на пункты разгрузки Заготовительного предприятия.

Ресурсы всех участников уборочно-транспортно-заготовительной Кампании не фиксированы, не сбалансированы и обоснованно не сосредоточены. Отсутствует функционально-технологическая увязка уборочно-транспортно-заготовительного процесса. Оперативно-тактический прогноз и параметризация объемов уборки-сдачи-приемки отсутствует. Оперативной инсталляции ресурсов нет. Мониторинг процесса отсутствует. Оперативное управление осуществляется путем ситуативного администрирования. Параметризация работы уборочно-транспортно-заготовительного комплекса (ежесуточное планирование) и аналитическое сопровождение процесса (оперативное управление) отсутствует.

Требуется организовать высокоэффективное проведение уборочно-транспортно-заготовительной Кампании на территории товарной зоны Заготовительного предприятия, обеспечивающее:

- сокращение материально-денежных затрат для всех Участников уборочно-транспортно-заготовительных работ;
- значительную экономию выделяемых Администрациями Субъектов Федерации дотационных финансовых средств;
- снижение себестоимости сельхозпродукции.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Организацию высокоэффективного проведения уборочно-транспортно-заготовительной Кампании на территории товарной зоны Заготовительного предприятия предлагается осуществлять на основе процессного подхода к проблеме формализации межведомственного технологического взаимодействия всех участников Кампании – агроформирований (Производители сельхозпродукции, Заготовительные предприятия) и обеспечивающих им техническую помощь централизованных Автотранспортных предприятий, муниципальных и коммерческих предприятий и организаций. Процессный подход к проблеме организации уборочно-транспортно-заготовительных работ (*работ*) в АПК реализуется на основе применения инновационной технологии организации и управления уборочно-транспортно-заготовительными Кампаниями в АПК - **интенсивной ресурсосберегающей конвейерно-поточной технологии заготовки сельхозпродукции (ИРКПТЗ) «Дельта»** (Технология).

Концептуально и методологически **ИРКПТЗ** обеспечивает научно-обоснованную формализацию оперативной производственной деятельно-

сти уборочно-транспортно-заготовительных комплекса(*комплекса*), путём параметрической увязки технологического взаимодействия назначаемых ресурсов всех участников процессов, за счёт определения единого порядка и способа проведения уборочно-транспортно-заготовительных работ, на основе регламентации процедур межведомственного хозяйственного взаимодействия в едином информационном и пространственно-временной формате. Основу технологии составляет предлагаемая интегрированная эвристическая модель организационного управления процессами (ИЭМОУП). Компонентами *интегрированной эвристической модели организационного управления процессами* являются:

- *оркестровая модель организации работы уборочно-транспортно-заготовительного комплекса*;
- *конвейерно-поточная модель проектирования уборочно-транспортно-заготовительных процессов*;
- *композиционная модель управления межведомственным производственно-техническим и информационно-технологическим взаимодействием*.

Оркестровая модель организации работы уборочно-транспортно-заготовительного комплекса обеспечивает формирование в объекте управления робастной инфологической структуры. В рамках робастной инфологической структуры определяются и прописываются роли участвующих в *процессе* агроформирований и обеспечивающих им техническую помощь муниципальных и коммерческих предприятий и организаций, в контексте персонала, задействованного оборудования и техники, а также разрабатываются сценарии производственно-технологического взаимодействия и регламенты информационных контактов и обмена данными.

Конвейерно-поточная модель проектирования уборочно-транспортно-заготовительных процессов обеспечивает формирование для всех Производителей сельхозпродукции равных организационно-технологических условий поставки и приемки товарной продукции не зависимо от количества и качества сдаваемой сельхозпродукции, наличия (отсутствия) собственного автотранспорта и дальности расстояния до Заготовительного предприятия. Алгоритмы модели обеспечивают непрерывность уборки, отгрузки, транспортировки и гарантированность приемки всего подготовленного к сдаче объема товарной продукции. Принципы проектирования процессов, заложенные в модели, обеспечивают научно-обоснованную организацию и ведение уборки-транспортировки-заготовки товарной продукции *в высоком, управляемом темпе и ритме процесса и в едином, производственно-технологически увязанном, регламентированном пространственно-временном формате*.

Композиционная модель управления межведомственным производственно-техническим и информационно-технологическим взаимодействием обеспечивает формирование в объекте инфраструктуры управления дивизионного типа с лидером, системы агрегированного планирования, систе-

мы сбора информации, оповещения и целеуказаний, системы управления по результатам и ситуации, системы индикативного мониторинга. В качестве лидера выступает временное организационное образование – Центр оперативного управления, выполняющий роль администратора Кампании и осуществляющий функции ежесуточного планирования уборочно-транспортно-заготовительного процесса и оперативного управления работой уборочно-транспортно-заготовительного комплекса.

КОМПОНЕНТЫ ИЭМОУП

Интегрированная эвристическая модель организационного управления процессами включает следующие классификаторы, идентификаторы, математические и информационные модели, алгоритмы методы и способы:

- паспорт товарной зоны Заготовительного предприятия;
- математическая модель процесса уборки-заготовки урожая;
- ресурсно-балансную технологическую модель;
- дорожно-транспортную модель работ;
- конвейерно-поточную модель процессов;
- модель планирования;
- модель разработки показателей управляющих документов;
- проблемно-ориентированные алгоритмы;
- методы расчетов;
- методы параметрической увязки показателей процесса;
- способы ведения погрузочных работ;
- методы организации технологии транспортировки;
- способы разгрузочных работ;
- приёмы обеспечивающие единство представления информации.

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ИЭМОУП

Паспорт товарной зоны Заготовительного предприятия

Конфигурация объекта управления

Дадим семантические определения элементам объекта управления ИЭМОУП.

Заготовительное предприятие - Комбинат хлебопродуктов (КХП), Хлебоприемное предприятие (ХПП), Сахарный завод, Свеклоприемный пункт.

Контрольно-визировочная лаборатория качества (КВЛК) - структурное подразделение Заготовительного предприятия, осуществляющее

предварительный и оперативный контроль качества принимаемой сельхозпродукции.

Пункт приемки Заготовительного предприятия – Элеватор, пункт разрузки, кагатное поле Сахарного завода, кагатное поле Свеклопункта.

Пост разгрузки – механизм обеспечивающий разгрузку транспортного средства на пункте приемки.

Производители сельхозпродукции (поставщик) - агроформирования АПК различных форм собственности, осуществляющие производство сельскохозяйственной продукции и ее поставку на Заготовительные предприятия.

Пункт погрузки Производителя сельхозпродукции – мехток, склад, поле, комбайн.

Погрузчик сельхозпродукции – механизм обеспечивающий погрузку сельхозпродукции на транспортное средство.

Транспортировщики - Автотранспортные организации осуществляющие транспортные услуги по перевозке сельскохозяйственной продукции (Централизованные Автотранспортные предприятия - АТП, автоотряды Автопарков Сельхозпроизводителей - АП).

Транспортное средство - автотранспортный агрегат.

Сельскохозяйственная продукция - зерновые, сахарная свекла.

Элементарный транспортный канал – участок транспортной сети с формализованным грузопотоком.

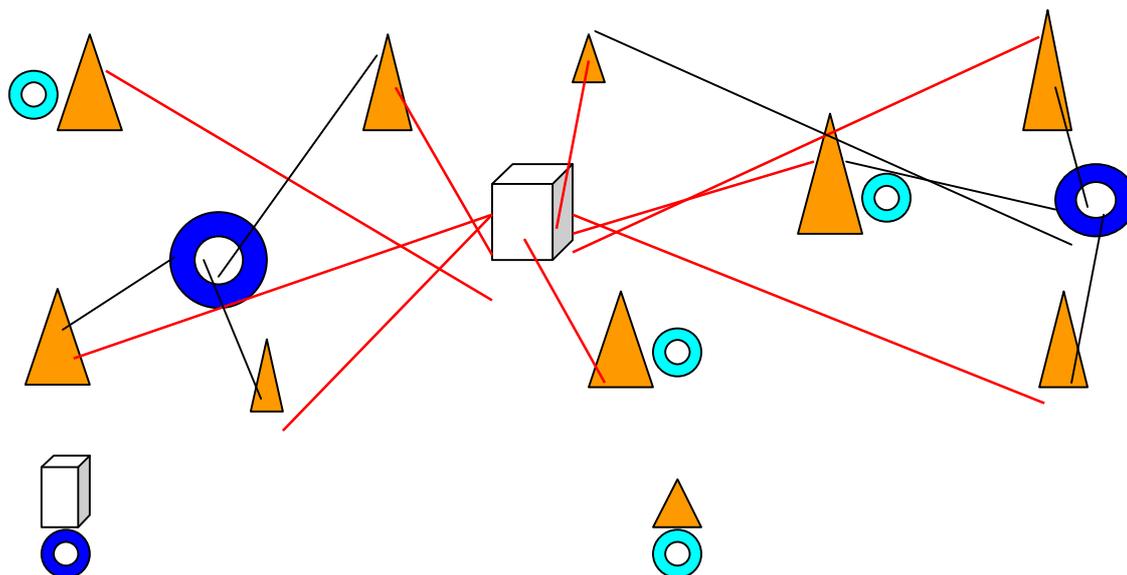
Мощность транспортного канала - пропускная способность, которая измеряется количеством груза в тоннах, перевозимого на 1км. за 1час., т.е. тонн*км/час).

Маршрут - параметризованное звено адресно-ориентированного участка транспортной сети.

Топологическая модель товарной зоны

Опишем конфигурацию товарной зоны как *объекта управления* и организационно-хозяйственной модели в формате характеристик Участников, панорамы производственно-технологических ресурсов товарной зоны в контексте нормативно-справочных данных на оборудование, технику и транспортные средства. Топологическая модель представляет фиксированную транспортную сеть без узлов и петель (Рис. 1.). Транспортная сеть связывает между собой находящиеся в ее вершинах пункты погрузки Производителей сельхозпродукции(в дальнейшем *Производители*), пункты разгрузки Заготовительных предприятий, гаражи Автотранспортных предприятий и Автопарки Производителей. Для каждого звена транспортной цепи известно расстояние. Определено закрепление Производителей за Заготовительными предприятиями. Определено закрепление Автотранспортных предприятий за Производителями сельхозпродукции. Определена последовательность стадий и порядок этапов процесса. Нормативно-

справочная информация представляет собой реестры паспортов на оборудование, технику и транспортные средства, реестр расстояний по всем звеньям транспортной сети, хронометражные временные параметры контролирующих процесс операций (взвешивание, заезды, разгрузка, съезды, контроль качества принимаемой продукции).



- Заготовительное предприятие
- Автотранспортные предприятия
- Сельхозпроизводители
- Автопарки Поставщиков

Рис. 1. Структурно-топологическая схема типовой товарной зоны

Идентификаторы показателей объекта управления

Для записи математических соотношений, обеспечивающих описание ИЭМОУП и качественно-количественных характеристик товарной зоны Заготовительного предприятия введем следующие идентификаторы:

- $i = 1, \dots, I$ – код пункта погрузки хозяйства;
- $j = 1, \dots, J$ – код производителя сельхозпродукции, автопарка;
- $k = 1, \dots, K$ – код районного АПТ;
- $n = 1, \dots, N$ – код Заготовительного предприятия;
- $x = 1, \dots, X$ – индекс Автотранспортной организации (где $X=J+K$);

$u = 1, \dots, U$ – номер поста разгрузки Заготовительного предприятия;
 $a = 1, \dots, A$ – код вида сельхозпродукции;
 $b = 1, \dots, B$ – код марки транспортного средства;
 $l = 1, \dots, L$ – количество транспортных средств одной марки;
 $d = 1, \dots, D$ – код марки погрузчика;
 $e = 1, \dots, E$ – код марки разгрузчика;
 $c = 1, \dots, C$ – код транспортного канала сети;
 $t = 1, \dots, T$ – время работы участников кампании;
 $m = 1, \dots, M$ – шифр элементарного выходного транспортного потока по адресно-ориентированному участку транспортной сети;
 $y = 1, \dots, Y$ – шифр элементарного товарно-ориентированного входного транспортного потока по транспортной сети.

Идентификаторы показателей процесса

Для описания декларативных и расчетных показателей в формате суток, на которые будет осуществляться планирование, введем следующие идентификаторы:

$P_{ij}(a)$ - заявленный пунктом погрузки объём сельхозпродукции;

$P_{ijn}(a, d)$ - объём сельхозпродукции, который может быть отгружен группой назначенных погрузчиков;

$P_{ijn}(a)$ - объём сельхозпродукции, который необходимо вывезти с пункта погрузки на Заготовительное предприятие;

$M_{ijn}(a)$ - объём вида сельхозпродукции, который может быть принят с конкретного пункта погрузки;

$P_n(a)$ - общий объём сельхозпродукции каждого вида, который может принять Заготовительное предприятие;

$P_{en}(a)$ - объём сельхозпродукции, который может быть принят группой постов разгрузки каждого типа Заготовительное предприятие;

$M_{jn}(a)$ - общий объём каждого вида сельхозпродукции, который может отгрузить и сдать на Заготовительное предприятие Сельхозпроизводитель;

$M_n(a)$ - общий объём каждого вида сельхозпродукции, который могут отгрузить и сдать все закрепленные за Заготовительным предприятием Производители сельхозпродукции;

$P_{ijnt}(m, l)$ - выходящие товарные потоки (отправляемые Поставщиками);

$G_n(a)$ - объём каждого вида сельхозпродукции, который может принять Заготовительное предприятием;

$P_t(y, l)$ - входящие товарные потоки (принимаемые Заготовителем);

$A_{ijn}(a)$ - количество работы по транспортировке объёма каждого вида сельхозпродукции, с конкретного пункта погрузки Производителя сельхозпродукции на пункт разгрузки Заготовительного предприятия;

A_{ijn} - количество работы по транспортировке общего объёма сельхозпродукции, с конкретного пункта погрузки Производителя сельхозпродукции на пункт разгрузки Заготовительного предприятия;

A_{jn} - количество работы по транспортировке общего объёма сельхозпродукции от конкретного Производителя сельхозпродукции на пункт разгрузки Заготовительного предприятия;

A_n - количество работы по транспортировке общего объёма сельхозпродукции от всех Производителей сельхозпродукции товарной зоны на пункт разгрузки Заготовительного предприятия;

$W_{ijn}(a)$ - необходимая мощность элементарного транспортного канала обеспечения адресного потокодвигения сельхозпродукции с каждого пункта погрузки для транспортировки объёма каждого вида сельхозпродукции ;

W_j - необходимая мощность транспортных ресурсов обеспечения адресного потокодвигения сельхозпродукции с каждого пункта погрузки ;

W_{jn} - необходимая мощность транспортного канала обеспечения адресного потокодвигения общего объёма сельхозпродукции от Поставщика сельхозпродукции;

$F_n(c)$ – общая достаточная мощность транспортных ресурсов обеспечения всех адресных потокодвигений сельхозпродукции с каждого пункта погрузки для транспортировки общего объёма всех видов сельхозпродукции по товарной зоне Заготовительного предприятия (функционал);

W_{jj} – общий ресурс (мощность) транспортных средств Автопарка Поставщика сельхозпродукции;

$W_j(k)$ – недостающий транспортных ресурс (мощность) по Поставщику сельхозпродукции;

W_k – общий недостающий транспортных ресурс (мощность) по группе Поставщиков сельхозпродукции, обслуживаемых одним районным АТП;

W_k – общий ресурс (мощность) транспортных средств АТП;

$W_{ijn}(x)$ - общий ресурс (мощность) транспортных средств отряда Транспортной организации, размещенного на элементарном транспортном канале для осуществления потокодвигения сельхозпродукции;

$W_n(x)$ - общий транспортный ресурс Транспортной организации;

W_n - необходимые по товарной зоне транспортные ресурсы в целом;

W_u – производительность поста разгрузки (разгрузчика);

W_d – производительность погрузчика (комбайна);

W_b – мощность рейса транспортного средства;

P_b – грузоподъемность транспортного средства;

V_b – нормативная скорость транспортного средства;

S_{ijn} – расстояние между пунктом погрузки Производителя сельхозпродукции и пунктом разгрузки Заготовительного предприятия;

S_{ij} – расстояние между пунктом погрузки Производителя сельхоз-продукции и гаражом Автопарка;

S_{ijk} – расстояние между пунктом погрузки Производителя сельхоз-продукции и АТП;

T_{ij} – продолжительность работы пункта погрузки Производителя сельхозпродукции;

T_n – продолжительность работы пункта приемки Заготовительного предприятия;

T_{xs} – начало (старт) временного интервала выпуска транспортных средств Автотранспортной организации;

T_{xf} – конец (финиш) временного интервала выпуска транспортных средств Автотранспортной организации;

$z = 1, \dots, Z$ – номер маршрутного графика;

$T(z, x)$ – время выхода на линию транспортного средств Автотранспортной организации (АТО);

$T_{ij}(z, x)$ – время нулевого пробега (движение от гаража до пункта погрузки Производителя сельхозпродукции) транспортного средств АТО;

$T_{ijn}(z, x)_{ПР.ПП}$ – время прибытия транспортного средства АТО на пункт погрузки Производителя сельхозпродукции;

$T_{ijn}(z, x)_{ПП}$ – время нахождения транспортного средства АТО на пункте погрузки Производителя сельхозпродукции;

$T_{ijn}(z, x)_{ГР}$ – время движения транспортного средства АТО от пункта погрузки до пункта разгрузки с грузом;

$T_{ijn}(z, x)_{ПР.ЗП}$ – время прибытия транспортного средства АТО на пункт разгрузки Заготовительного предприятия;

$T_{ijn}(z, x)_{ЗП}$ – время нахождения транспортного средства АТО на пункте разгрузки Заготовительного предприятия;

$T_{ijn}(z, x)_{Б.ГР}$ – время движения транспортного средства АТО от пункта разгрузки до пункта погрузки без груза;

$T_{ijn}(z, x)_{ОБ}$ – время оборота (движение от пункта погрузки Производителя сельхозпродукции до пункта приемки Заготовительного предприятия и обратно) транспортного средств АТО;

$P_t(y, l)$ - входящие товарные потоки (принимаемые Заготовителем);

$P_{ijnt}(m, l)$ - выходящие товарные потоки (отправляемые Поставщиками);

$K_{ijn}(a)$ – потоковый коэффициент пункта погрузки в общем объеме сельхозпродукции группы хозяйств по каждому виду продукции;

$K_{un}(a)$ – потоковый коэффициент постов разгрузки в общем объеме сельхозпродукции каждого вида, который может быть принят Заготовительным предприятием;

$K_{ijn}(k)$ – потоковый коэффициент пункта погрузки в общем недостающей мощности транспортного канала по прикрепленному к хозяйству централизованному (районному) АТП;

$Q(x)$ – количество марок транспортных средств (ТС) АТО;

$Qx(z, b)$ – количество ТС каждой марки по каждой АТО;

$Q(z, x)$ – количество рейсов ТС;

Математическая модель процесса уборки-заготовки урожая

Транспортная сеть между одним Заготовительным предприятием и группой закрепленных за ним производителей не имеет петель и содержит один приёмник и произвольное число источников с различной сельхозпродукцией.

Такая конфигурация транспортной сети соответствует случаю многоготоварного потока с общим приемником (узел). Схему товародвижения по транспортной сети можно соотнести со схемой движения тока по электрической цепи с произвольным числом выходов и одним входом без узлов и петель. В нашем случае к описанию процесса товародвижения по транспортной сети товарной зоны Заготовительного предприятия можно применить закон Кирхгофа для электрических цепей в контексте *тока* - сумма входящих в узел токов равняется сумме выходящих из узла токов.

Применительно к схеме товародвижения формализуем уборочно-транспортно-заготовительный процесс в формате закона Кирхгофа. Примем за основу следующее положение: весь подготовленный к отгрузке объем сельхозпродукции должен быть принят Заготовительным предприятием в течение установленного времени работы. Отгрузка товарной продукции, ее транспортировка и приемка будем осуществляться конвейерным методом путем формирования, в заданном временном интервале, непрерывного и равномерного потока товарной продукции от Поставщиков к Заготовителю.

В общем случае математическую модель уборочно-транспортно-заготовительного процесса на фиксированной транспортной сети объекта управления можно представить соотношениями (1) - (3) :

$$F(t) = \sum_{a=1}^A F(a, t) \quad (\text{тонн}) \quad (1)$$

где: $F(t)$ - аналитически обоснованные наличествующие совокупные технологические возможности Заготовительного предприятия по регламентированной за время t приемке и обработке всех входящих товарных потоков всех видов принимаемой продукции своей товарной зоны, определяемые суммарными возможностями всех постов разгрузки по максимальному объему приемки

$$F(t) = \sum_{u=1}^U Wu(t) \quad (\text{тонн}) \quad (2)$$

$F(a,t)$ - аналитически обоснованные необходимые технологические возможности n -го Заготовительного предприятия по регламентированной во времени t приемке и обработке входящих товарных потоков по видам продукции a своей товарной зоны.

$$F(a,t) = \sum_{x=1}^X \sum_{j=1}^J \sum_{c=1}^C W_{c j x}(a,t) \quad (\text{тонн}) \quad (3)$$

$W_{c j x}(a,t)$ - аналитически обоснованные наличествующие технологические возможности Сельхозпроизводителей j по регламентированной во времени уборке-отгрузке товарной продукции вида a в разрезе пунктов погрузки в сочетании с аналитически обоснованными технологическими возможностями Автотранспортных организаций x по регламентированной во времени t транспортировке товарной продукции с пунктов погрузки Сельхозпроизводителей на пункты разгрузки Заготовительного предприятия по элементарным транспортным каналам c транспортной сети товарной зоны.

Модель декларирует **обязательность установления соответствия** технологических возможностей приемки Заготовительного предприятия с технологическими возможностями отгрузки Сельхозпроизводителей и технологическими возможностями транспортировки Автотранспортных организаций в едином временном формате.

Уборочно-транспортно-заготовительные работы, осуществляемый уборочно-транспортно-заготовительным комплексом в течение регламентированного времени t по товарной зоне n -го Заготовительного предприятия, в общем виде опишем следующими основными балансными уравнениями:

1. По объемам поставки-приемки (отправляемым Сельхозпроизводителями и принимаемым Заготовительным предприятием объемам товарной продукции по видам) (4);

2. По объемам грузоперевозок (работ), выполняемых по транспортной сети Автотранспортными организациями (5).

$$G_n(a) = \sum_{j=1}^J M_{j n}(a) \quad (\text{тонн}) \quad (4)$$

$$A_n = \sum_{x=1}^X W_n(x) * t \quad (\text{тонн*км}) \quad (5)$$

Процесс погрузки-транспортировки-разгрузки по товарной зоне Заготовительного предприятия запишем как уравнение балансов выходящих (отправляемых) и входящих (принимаемых) потоков товарной продукции в следующем виде (потоковое соотношение):

$$\sum_{y=1}^Y \sum_{l=1}^L Pt(y,l) = \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L Pijnt(m,l) \quad (\text{тонн/час}) \quad (6)$$

где: $Pt(y,l)$ - входящие товарные потоки (принимаемые Заготовителем);

$Pijnt(m,l)$ - выходящие товарные потоки (отправляемые Поставщиками);

Для выполнения потокового соотношения (5) декларируем следующие производственно-технологические условия:

- в регламентированные сроки t на пунктах погрузки i Сельхозпроизводителей j , в формате спроектированного ежесуточного плана работ, должна отгружаться, на подаваемый в установленное время подвижной состав АТО, подготовленная к сдаче товарная продукция a (с соблюдением установленной сортности);

- транспортные средства Автотранспортных организаций, в предписанные для них сроки, должны осуществить своевременную подачу под погрузку, распределенного в формате спроектированного ежесуточного плана работ подвижного состава, произвести транспортировку и доставку товарной продукции от мест погрузки к месту разгрузки;

- на приемном пункте Заготовительного предприятия товарная продукция должна быть принята (проверено соответствие качества, осуществлено взвешивание и разгрузка) в полном объеме и в регламентированные сроки в формате показателей ежесуточного плана работ.

Ресурсно-балансная технологическая модель процесса

Ресурсная часть обеспечивает описание декларированных участниками кампании на сутки планирования видов, объемов и режимов работ и выставляемых ресурсов. Проводит определение по каждому участнику фактических возможностей осуществления предполагаемых работ назначаемыми ресурсами.

В формате Поставщиков:

- подготовленных к сдаче объемов товарной продукции по видам и сортности;

- выставляемых для производства погрузочных работ погрузочных средств (технические ресурсы);

- регламентов работ.

В формате Заготовителя:

- принимаемых объемов товарной продукции по видам и сортности;

- выставляемого для производства разгрузочных работ разгрузочного оборудования/техники (технических ресурсов).

- регламентов работ.

В формате Транспортировщиков:

- выставляемого для производства перевозок подвижного состава автотранспортной техники (технических ресурсов);
 - регламентов работ.

При этом ресурсы и регламенты работы всех Участников процесса не фиксированы и не сбалансированы.

Балансная часть модели обеспечивает согласование ресурсов всех участников и увязку их фактических возможностей:

- определение возможностей Заготовителя по приёму декларированных Поставщиками его товарной зоны объемов подготовленной к сдаче товарной продукции по видам и сортности;

- определение фактических объемов поставки товарной продукции по видам и сортности для каждого Производителя;

- определение регламента приемо-сдаточных работ на сутки.

Определим количественные соотношения модели.

Выявление ресурсных возможностей по Сельхозпроизводителям.

Соотношение между заявленным объемом сельхозпродукции и возможностью отгрузки на пункте погрузки:

$$P_{ij}(a) \neq P_{ijn}(a, d) \quad (\text{тонн}) \quad (7)$$

Соотношение между объемом сельхозпродукции, который может быть предъявлен к вывозу с пункта погрузки и заявленным объемом :

$$\begin{aligned} P_{ijn}(a) &= P_{ij}(a) && \text{- если } P_{ij}(a) \leq P_{ijn}(a, d) \\ P_{ijn}(a) &= P_{ijn}(a, d) && \text{- если } P_{ij}(a) > P_{ijn}(a, d) \quad (\text{тонн}) \end{aligned} \quad (8)$$

Общий объём каждого вида сельхозпродукции, который может отгрузить и сдать на Заготовительное предприятие Сельхозпроизводитель:

$$M_{jn}(a) = \sum_{u=1}^U P_{ijn}(a) \quad (\text{тонн}) \quad (9)$$

Общий объём каждого вида сельхозпродукции, который могут отгрузить и сдать все закрепленные за Заготовительным предприятием Производители сельхозпродукции:

$$M_n(a) = \sum_{j=1}^J M_{jn}(a) \quad (\text{тонн}) \quad (10)$$

Выявление ресурсных возможностей по Заготовителю.

Объем сельхозпродукции одного вида, который может быть принят группой выделенных для этого вида сельхозпродукции постов разгрузки за время работы пункта приемки:

$$Pen(a) = \sum_{u=1}^U Wen(u) * Tn \quad (\text{тонн}) \quad (11)$$

Общий объем сельхозпродукции одного вида, который может быть принят Заготовителем за время работы приемного пункта (ресурс) :

$$Pn(a) = \sum_{e=1}^E Pen(a) \quad (\text{тонн}) \quad (12)$$

Баланс сдачи - приемки по каждому виду сельхозпродукции определяется выражением, устанавливающим соотношение между объемом товарной продукции, который может быть принят Заготовительным предприятием и определенным по Сельхозпроизводителям к сдаче общим объемом сельхозпродукции:

$$\begin{aligned} Gn(a) &= Pn(a) && \text{- если } Pn(a) \leq Mn(a) \\ Gn(a) &= Mn(a) && \text{- если } Pn(a) > Mn(a) \quad (\text{тонн}) \end{aligned} \quad (13)$$

Конвейерно-поточная модель процесса

Включает количественные приемы, способы и методы ведения погрузочных, транспортных и разгрузочных работ, обеспечивающие:

- формирование единого, параметрически увязанного, уборочно-транспортно-заготовительного конвейера;
- определение непрерывных, нормированных по времени объёмов грузовых потоков товарной продукции по *элементарным транспортным каналам* от мест погрузки к местам разгрузки;
- определение необходимых транспортных ресурсов в разрезе Поставщиков.

Уравнение для определения объема работы по транспортировке сельхозпродукции в формате пунктов погрузки Сельхозпроизводителей имеет вид:

$$Aijn(a) = Mij(a) * Sijn \quad (\text{тонн*км}) \quad (14)$$

Уравнение для определения необходимой мощности элементарного транспортного канала по транспортировке сельхозпродукции в формате

пунктов погрузки Сельхозпроизводителей имеет вид (*основное соотношение модели процесса*):

$$Wijn(a) = \frac{Aijn(a)}{Tij} \quad (\text{тонн*км/час}) \quad 15) \quad ($$

Соотношение, определяющее необходимую мощность совокупного транспортного канала по Сельхозпроизводителю в целом:

$$Wjn = \sum_{a=1}^A \sum_{i=1}^I Wijn(a) \quad (\text{тонн*км/час}) \quad ($$

16)

Соотношение, определяющее необходимые для Сельхозпроизводителя транспортные ресурсы в целом:

$$Wj = \sum_{n=1}^N Wjn \quad (\text{тонн*км/час}) \quad ($$

17)

Соотношение, определяющее необходимые по товарной зоне транспортные ресурсы в целом:

$$Wn = \sum_{x=1}^X Wn(x) \quad (\text{тонн*км/час}) \quad ($$

18)

Дорожно-транспортная модель работ

Дорожная часть модели обеспечивает моделирование уборочно-транспортно-заготовительного процесса по каждой стадии и на каждом этапе (в контексте необходимых к выполнению потоков работ по *элементарным транспортным каналам* от мест погрузки к местам разгрузки). Обеспечивает оперативное конфигурирование топологии транспортной сети для осуществления процесса и технологическое определение общей мощности необходимых по каждой Автотранспортной организации транспортных ресурсов и качественно(марки)-количественный состав выставляемого автоотряда.

Транспортная часть модели обеспечивает структурированное (качественное и количественное) определение достаточных транспортных ресурсов в разрезе Автотранспортных предприятий и Автопарков Производителей, временных и технологических параметров работы отрядов Автотранспортных организаций и каждого транспортного средства.

Формализуем процесс определения ресурсов Автотранспортных организаций. Определение качества и количества необходимых транспортных ресурсов Автопарков Сельхозпроизводителей и централизованных

Автотранспортных организаций осуществляется с применением следующих уравнений и соотношений.

Уравнение, определяющее перекрытие всех товарных потока по всем транспортным каналам транспортной сети товарной зоны Заготовительного предприятия транспортными ресурсами автоотрядов всех Автотранспортных организаций имеет вид:

$$\sum_{c=1}^C Wijn(c) = \sum_{x=1}^X \sum_{b=1}^B \sum_{l=1}^L Wx(b,l) \quad (\text{тонн*км/час}) \quad (19)$$

где $Wx(b,l)$ - транспортный ресурс автоотряда Автопарка Сельхозпроизводителя или централизованного АТП.

Уравнение для определения кода марки транспортного средства из списка автоотряда имеет вид:

$$b = |R * Q(x) + 1| \quad (20)$$

Соотношение, определяющее общий транспортный ресурс автоотряда Автопарка Сельхозпроизводителя:

$$Wjj = \sum_{b=1}^B \sum_{l=1}^L Wj(b,l) \quad (\text{тонн*км/час}) \quad (21)$$

Соотношение, определяющее общий транспортный ресурс автоотряда централизованного АТП:

$$Wk = \sum_{b=1}^B \sum_{l=1}^L Wk(b,l) \quad (\text{тонн*км/час}) \quad (22)$$

Соотношение, определяющее совокупный транспортный ресурс автоотрядов всех автотранспортных организаций:

$$Wn = Wjj + Wk \quad (\text{тонн*км/час}) \quad (23)$$

Модель планирования

Модель предназначена для проведения ежесуточного агрегированного планирования работы всего уборочно-транспортно-заготовительного комплекса. Обеспечивает разработку увязанного, регламентированного по времени, суточного плана технологического взаимодействия участников уборочно-транспортно-заготовительного процесса. Позволяет спроектировать увязанный в едином временном формате, технологический процесс и определить роли для каждого Участника, каждой транспортной единицы,

каждой единицы разгрузочного оборудования и погрузочной техники, а также разработать сценарий осуществления работ.

Сущность планирования заключается в нахождение рациональных значений параметров деятельности каждого Участника и исполнителя уборочно-транспортно-заготовительных работ и его встраивание в общий производственно-технологический процесс с целью обеспечения для всех единого темпа и ритма производства работ.

Модель разработки показателей управляющих документов

Обеспечивает адресные расчеты всех показателей предписанного к выполнению процесса, разработку панорамы деловой навигации уборочно-транспортно-заготовительного комплекса и прописку (инсталляцию) индикативных показателей суточного плана работ в разрезе адресно-ориентированных управляющих документов.

Проблемно-ориентированные алгоритмы

Проблемно-ориентированные алгоритмы обеспечивают процесс решения задачи ежесуточного моделирования уборочно-транспортно-заготовительного процесса и планирования работы в контексте качественно-количественных показателей для каждого участника и исполнителя в формате увязанного производственно-технологического взаимодействия. Решение задачи в контексте каждого алгоритма осуществляется методом прямого счета.

Линейка алгоритмов определена этапами решения задачи, которые логически выстроены в соответствии с концепцией *интегрированной эвристической модели организационного управления процессами (ИЭМОУП)*.

Этап 1. Алгоритм инсталляции ресурсов на уровне Сельхозпроизводителей. Определение в разрезе пунктов погрузки, возможностей по отгрузке декларированных к сдаче объемов сельхозпродукции в сочетании с имеющимися в наличии ресурсами.

Этап 2. Алгоритм инсталляции ресурсов на уровне Заготовителя. Определение в разрезе постов разгрузки, возможностей по приему декларированных Сельхозпроизводителями к сдаче объемов сельхозпродукции в целом по товарной зоне в разрезе видов продукции и в сочетании с имеющимися в наличии на Пункте приемки ресурсами.

Этап 3. Алгоритм эвристического формирования необходимых мощностей потоков товародвижения на Транспортной сети. Параметризация необходимых транспортных ресурсов в контексте объемов работ, определение мощностей элементарных транспортных каналов и формализация грузопотоков по участкам транспортной сети в формате пункты погрузки

– пункты разгрузки по отгрузке декларированных к сдаче объемов сельхозпродукции в сочетании с имеющимися в наличии ресурсами.

Этап 4. Алгоритм транспортного перекрытия ресурсами сосредоточенных по Сельхозпроизводителям потоков товародвижения на уровне Автопарков Сельхозпроизводителей. Определение необходимых для Сельхозпроизводителя транспортных ресурсов. Перекрытие потоков товародвижения от Сельхозпроизводителя на сосредоточенных участках транспортной сети имеющимися в Автопарке ресурсами, выявление недостающих на перекрытие потоков мощностей транспортных ресурсов.

Этап 5. Алгоритм транспортного перекрытия ресурсами сосредоточенных по товарной зоне потоков товародвижения на уровне Централизованных автотранспортных предприятий. Определение необходимых ресурсов автоотрядов ЦАТП и их сосредоточение на не перекрытых участках транспортной сети по связанным Сельхозпроизводителям.

Этап 6. Алгоритм сосредоточения транспортных ресурсов Сельхозпроизводителей на связанных участках транспортной сети и назначения транспортных средств автоотрядов Автопарков на маршруты. уровне Централизованных автотранспортных предприятий.

Этап 7. Алгоритм сосредоточения транспортных ресурсов Централизованных АТП на связанных участках транспортной сети и назначения транспортных средств автоотрядов ЦАТП на маршруты в формате закрепленных Сельхозпроизводителей.

Этап 8. Алгоритм параметризации План-заданий в контексте маршрутов транспортных средств на связанных участках транспортной сети и формализации рабочего процесса в формате: пункты погрузки Сельхозпроизводителей – пункт разгрузки Приемного предприятия Заготовителя.

Методы расчетов

Во всех моделях применяется прямой счёт. В ключевых местах применяется интерактивный метод разработки сценариев деятельности участников уборочно-транспортно-заготовительных работ и экспертный метод выбора и принятия решений.

Применяется принцип декомпозиции процедуры поиска минимаксного значения функционала $F(t)$ (соотношения модели (1)) в комплексе с диалоговым способом подбора рационального варианта решения уравнения. Применяются алгоритмы

Подбор рационального варианта суточного плана работ осуществляется по критерию минимальной достаточности ресурсного обеспечения при максимальном объёме выполняемых работ. Критерий отрабатывается на интегрированном параметрическом поле $Wijn(c,t,x)$ (основное соотношение модели (15)) ситуационных значений процесса, который задается декла-

рированными и спроектированными показателями всех активных элементов объекта управления.

Метод увязки показателей процесса

Увязка показателей уборочно-транспортно-заготовительного процесса в формате участников уборочно-транспортно-заготовительного комплекса осуществляется методом параметрического встраивания каждого из субъектов процесса в агрегированное информационно-технологическое поле работ на транспортной сети товарной зоны по критерию минимальной дисперсии.

Способы ведения погрузочных работ

Все погрузочные работы производятся только с применением погрузочной техники или на специально оборудованных, на пунктах погрузки терминалах с концентрацией сельхозпродукции в бункерах.

Методы организации технологии транспортировки

Технологией устанавливается единый и обязательный, для всех участников процесса, порядка выполнения каждым участником и исполнителем определенных для них, суточным Планом, функциональных обязательств и назначенных объемов работ с соблюдением временных и технологических параметров часовых графиков, дорожных карт и других документов плана. Технология обеспечивает:

- ежесуточное формирование уборочно-заготовительного конвейера;
- управляемый Темп и Ритм уборочно-заготовительного процесса;
- рациональное использование Участниками своих ресурсов;
- эффективное применение оборудования и техники;
- устойчивую и бесперебойную работу всех Участников процесса.

Способы разгрузочных работ

Все разгрузочные работы производятся только с применением разгрузочного оборудования или специальными разгружающими механизмами, установленными на пунктах разгрузки.

Приёмы обеспечивающие единство представления информации

Регламентируется вид, формы и состав нормативно-справочной и входной информации, документов суточного плана работ и управляюще-технологических документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиров Ю. Д. Основы конструирования: творчество, стандартизация, экономика. М.: Изд-во стандартов, 1991.
2. Андреев Г. И., Витчинка В. В., Остапенко С. Н. Особенности построения методического обеспечения управления развитием сложных систем специального назначения в современных условиях // Экономика и математические методы, 1999, 35, №2.
3. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989.
4. Базилевич Л. А., Соколов Д. В., Франева Л. К. Модели и методы рационализации и проектирования организационных структур управления. Л.: ЛФЭИ, 1991.
5. Гамма Э., Хелм Р. и др. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. — СПб.: Питер, 2001.
6. Гольдштейн Г. Я. Проблематика использования математических моделей в управлении экономико-производственными системами // Сб. трудов "Системный анализ в экономике". Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000, с. 68-78.
7. Дубов Ю. А., Травкин С. И., Якимец В. Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. М.: Наука, 1986.
8. Ефремов В. С. Классические модели стратегического анализа и планирования. // Менеджмент в России и за рубежом, 1997, №№ 4, 5, 6.
9. Заде Л. А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. В кн. Математика сегодня. М.: Знание, 1974.
10. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973.
11. Моцкус И. Б. Многоэкстремальные задачи в проектировании. М.: Наука, 1967.
12. Прохоров А. Ф. Системное проектирование технических средств. // Автоматизация проектирования, 1998, №1.
13. Фомиченкова Л. В. Динамическое моделирование в стратегическом анализе и планировании. // Менеджмент в России и за рубежом, 1998, №3.

14. Шмален Г. Математические модели в экономических исследованиях на предприятии. // Проблемы теории и практики управления, 1998, №3.
15. Эдельман В. И. Надежность технических систем: экономическая оценка. М.: Экономика, 1989.
16. Рожков В.А. Теория и методы статистического оценивания вероятностных характеристик случайных величин и функций. СПб, Гимиз, 2001
17. Луценко Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.
18. Бакурадзе Л.А. Персональная проблемно-ориентированная система Дельта на базе микро-ЭВМ Искра-226: ИЛ о НТД №87-11 – Краснодар: ЦНТИ. 1987. – 4 с.
19. Бакурадзе Л.А., Луценко Е.В., Самсонов Г.А. Руководящие материалы по эксплуатации первой очереди автоматизированной информационно-управляющей системы агропромышленного комплекса (АИУС-АПК) с применением ПЭКВМ Искра-226: Руководящие материалы, Курский облисполком – Курск: ЦНТИ. 1986. – 46 с.
20. Бакурадзе Л.А., Самсонов Г.А. Автоматизированный оперативного планирования работы предприятий РАПО в период уборки и вывоза урожая сельскохозяйственных культур: Статья (научное издание). – Москва: Э.И. ЦНИИТЭИ приборостроения, вып.14. 1-16, Серия: «Приборное обеспечение АПК» 1985. – 5 с.
21. Автоматизация оперативного планирования и управления работой предприятий РАПО (постановка задачи): №2648-85 Деп., Деп.науч.работы - Москва: Естест. и точные науки, техника. Ежем.библ.указатель ВИНТИ №8(166), 1985, №699. – 13 с.
22. Математическая модель и алгоритм решения задачи оперативного планирования и управления в условиях РАПО: №2650-85 Деп.: Деп.науч.работы-Москва: Естест. и точные науки, техника. Ежем.библ.указатель ВИНТИ №8(166), 1985, №699. – 15 с.