

УДК 004.942:631.15

**И.В. Бальченко**, ассистент**В.В. Литвинов**, д-р техн. наук

Черниговский государственный технологический университет, г. Чернигов, Украина

**В.П. Клименко**, д-р физ.-мат. наук

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, г. Киев, Украина

### ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**I.V. Balchenko**, assistant**V.V. Lytvynov**, Doctor of Technical Sciences

Chernihiv State Technological University, Chernihiv, Ukraine

**V.P. Klymenko**, Doctor of Physical and mathematical Sciences

Institute of Mathematical Machines and Systems Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### ОСОБЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

**I.V. Balchenko**, assistant**V.V. Lytvynov**, Doctor of Technical Sciences

Chernihiv State Technological University, Chernihiv, Ukraine

**V.P. Klymenko**, Doctor of Physical and mathematical Sciences

Institute of Mathematical Machines and Systems Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### FEATURES OF INFORMATION TECHNOLOGIES OF FARM MANAGEMENT

*Проведен анализ современных методов и технологий, которые применяются при решении задач эффективного управления аграрным предприятием. Приведены принципы построения программно-аппаратного комплекса для автоматизации управления сельскохозяйственным предприятием в отрасли растениеводства.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, автоматизация управления, агрофирма.

*Проведено аналіз сучасних методів та технологій, що застосовуються при вирішенні завдань ефективного управління аграрним підприємством. Наведено принципи побудови програмно-апаратного комплексу для автоматизації управління сільськогосподарським підприємством у галузі рослинництва.*

**Ключові слова:** інформаційні технології, автоматизація управління, агрофірма.

*The analysis of modern methods and technologies which are used at the decision of tasks of effective management an agrarian enterprise is conducted. Principles of construction of hardware and software complex for automation of management an agricultural enterprise in industry of plant-grower are resulted.*

**Key words:** information technologies, automation of management, agrarian firm.

**Постановка проблемы.** Важной составляющей системы управления в агропромышленном комплексе является информационное обеспечение. Существующая сегодня система информационного обеспечения не соответствует современным требованиям и имеет существенные недостатки [1]. Реализация систем автоматизации процессов растениеводства должна быть связана с созданием служб, которые были бы способны использовать высокотехнологические средства управления на новом качественном, оперативном и эффективном уровне, – осуществлять планирование, мониторинг, диспетчеризацию и множество других функций управления. Это, несомненно, позволит сделать предлагаемый подход к реформированию растениеводства более результативным, чем подходы, которые применялись ранее.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В системах, эксплуатируемых на Украине, акценты делаются на автоматизацию управления финансовой деятельностью (например, линейка продуктов 1С [2]), или автоматизацию управления отдельными технологическими процессами [3]. При этом вовсе не решаются задачи комплексной автоматизации управления производственной деятельностью агрофирмы в целом.

Описано множество методик управления технологическими процессами на предприятии [4]. Учитывая то, что сельскохозяйственное предприятие является, по сути, распределенным объектом, сильно подверженным влиянию внешних воздействующих факторов, задачей автоматизации управления им становится более сложной, чем задача управления технологическими процессами на промышленном предприятии.

**Цель статьи.** Главная цель данной работы – рассмотреть особенности, оказывающие влияние на автоматизацию управления сельскохозяйственным предприятием и представить концептуальную схему предметной области автоматизированной системы управления сельскохозяйственным предприятием (АСУ СХП).

**Функциональные подсистемы АСУ СХП.** АСУ СХП – это, прежде всего, система управления. Ее назначение – управление технологическим процессом и его регулирование. При построении АСУ СХП были выделены присущие системе специфические особенности, оказывающие влияние на автоматизацию управления:

1. Распределенность объекта управления:

– слабо развитая инфраструктура систем связи и компьютеризации (недостаточное количество вычислительной техники в сельской местности, слабое радиопокрытие территории, недостаточная надежность каналов связи радиосети);

– необходимость учитывать пространственные факторы при выполнении операций (геометрические размеры полей);

– необходимость учета пространственных факторов при обеспечении ресурсами (сосредоточение техники и людского ресурса в местах выполнения операций требует времени и расхода ресурсов);

– дороговизна и низкое качество первичной информации, полученной методами дистанционного зондирования земли (ДЗЗ);

– определенные трудности вызывает применение датчиков и других устройств сбора первичной информации в полевых условиях.

2. Сильное воздействие на систему внешних факторов (погодные условия, менталитет персонала, влияние социальной среды, качество используемых ресурсов, качество выполнения работ). В этом смысле собственно выполнение сельскохозяйственных работ может быть описано моделями функционирования вычислительного комплекса в условиях информационных атак.

3. Относительная нестрогой к срокам выполнения работ (допускаемая размытость или нечеткость по отношению времени начала их выполнения и их длительности, сопоставима со временем сосредоточения техники в месте выполнения работ).

Учитывая эти особенности, был выделен следующий перечень функциональных подсистем с указанием категории пользователей, работающих с ними:

1. Нормативно-справочная и инфраструктурная подсистема (администраторы системы) – для ведения нормативной информации, необходимой для использования при решении управленческих задач в АСУ СХП.

2. Подсистема сбора первичной информации об объекте управления (администратор системы, диспетчер) – для сбора первичной информации о состоянии и процессах агрофирмы и передачи срочных донесений и распоряжений с центра управления исполнителям.

3. Подсистема планирования работ растениеводства и их соответствующего ресурсного обеспечения (планировщики-агрономы, механики, снабженцы) – для определения использования полей под посевами, расчеты планов выполнения с\х работ и операций, планирование обеспечения ресурсами, необходимыми для выполнения с\х работ.

4. Подсистема оперативного диспетчерского управления работами и операциями растениеводства и соответствующим им ресурсным обеспечением (диспетчеры-агрономы) – автоматизация процесса распределения и первичной обработки данных о состоянии объектов управления, поддержка в принятии решения диспетчеров.

5. Подсистема оценки состояния объектов управления – посевов, грунтов, ресурсов, инфраструктурных объектов, качества и объемов выполненных работ (агрономы) – для использования при решении диспетчерских задач.

6. Подсистема логистики (транспортники) – для обеспечения транспортных операций всех агрокомпаний.

7. Подсистема ведения картографической информации (картографы-геодезисты) – представление информации о состоянии объектов управления в виде цифровых карт.

8. Подсистема нотификации и обмена срочными донесениями и распоряжениями между центром управления и исполнителями – предназначена для обмена сообщениями между сотрудниками распределенной системы.

9. Подсистема моделирования работы агрофирмы – для имитационного моделирования (проигрывания) возможных последствий сложившихся ситуаций в работе агрофирмы.

**Предметная область АСУ СХП.** Исходя из характеристики рассматриваемой системы как системы управления и приведенного выше перечня ее функциональных подсистем, ниже приведем описание фрагмента предметной области АСУ СХП.

Представленная концептуальная модель предметной области позволяет:

- спроектировать единую БД системы, а не совокупность баз данных задач;
- решать проблемы распределения системы по отдельным объектам без потери целостного представления;
- упростить процессы ведения и модернизации баз данных;
- упростить обсуждение с заказчиком особенностей информационной и программной структуры системы.

Как известно, описание предметной области представимо в виде диаграммы классов UML [5], при этом классы функционально разделены на пакеты. Некоторые классы имеют отметку «справочник», которая указывает, что объект такого класса будет содержать нормативно-справочную информацию.

*Пакет «System»* включает в себя классы, отражающие общую структуру агрофирмы, специфика которой растениеводство, в том числе выращивание, хранение, переработка (рис. 1).

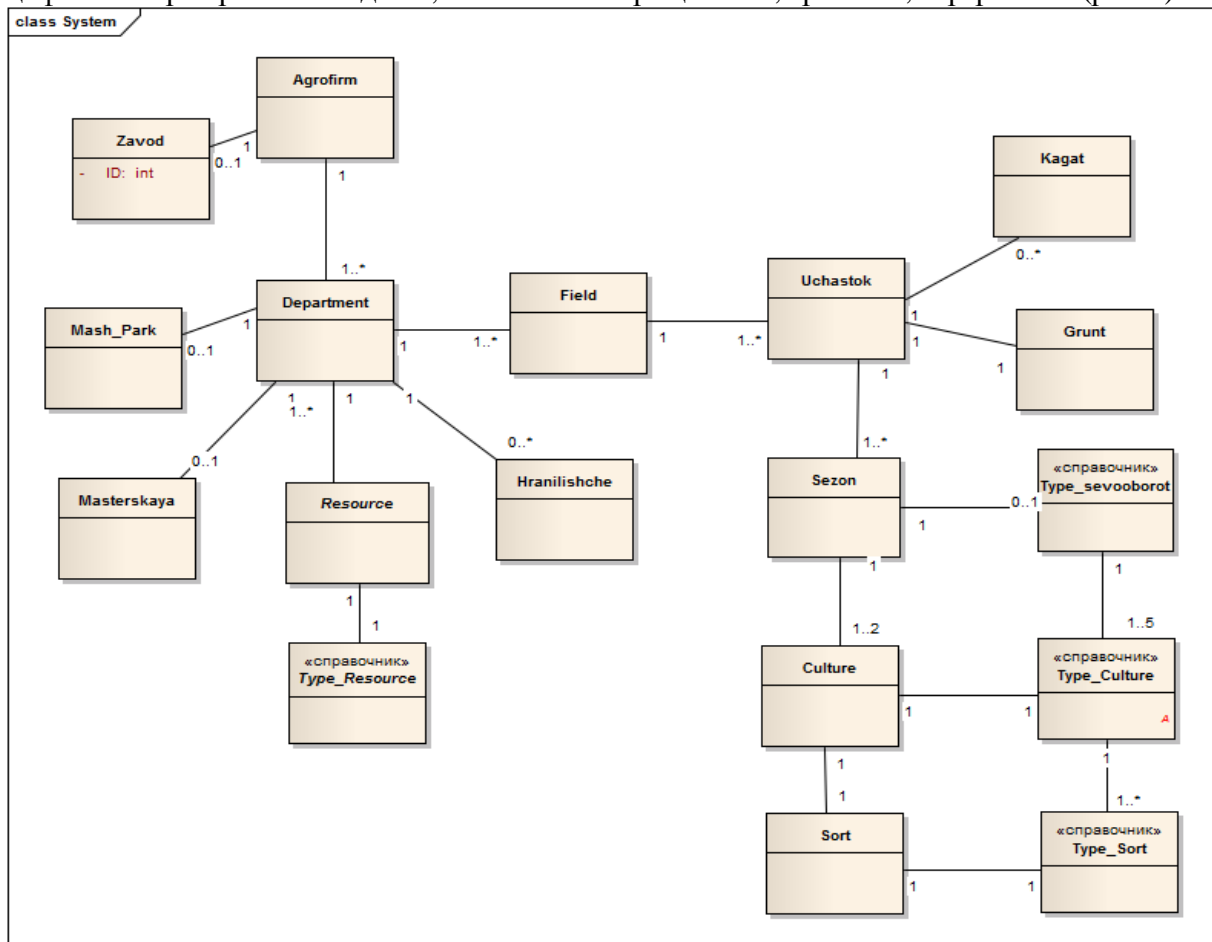


Рис. 1. Диаграмма классов пакета «System»

Главным классом является класс агрофирмы «Agrofirm». На территории каждой агрофирмы могут располагаться мощности по переработке, это класс «Zavod». Агрофирма может состоять из нескольких подразделений, выделенных в класс «Department». В свою очередь, у каждого подразделения может быть машинный парк (класс «Mash\_Park»), мастерская (класс «Masterskaya»), долговременные хранилища (класс «Hranilishche»). Также каждое подразделение имеет разные виды ресурсов (класс «Resource») определенного типа (класс «Type\_Resource»).

На территории подразделения имеются паспортизированные поля (класс «Field»), при этом каждое поле может состоять из участков (класс «Uchastok»). Участок характеризуется типом и состоянием грунта (класс «Grunt»). На территории участка могут располагаться временные хранилища (класс «Kagat»).

При этом понимается, что в каждый момент времени каждый участок приспособлен для выращивания одной культуры. Поэтому был выделен класс «Sezon», тогда для каждого участка может храниться история выращивания предыдущих культур. С каждым сезоном ассоциируется определенный тип севооборота (класс «Type\_sevooborot») и текущая культура возделывания (класс «Culture») определенного типа (класс «Type\_Culture») и ее сорт (класс «Sort») определенного типа (класс «Type\_Sort»).

Пакет «Resources» включает классы, описывающие ресурсы, которые принадлежат каждому подразделению (рис. 2).

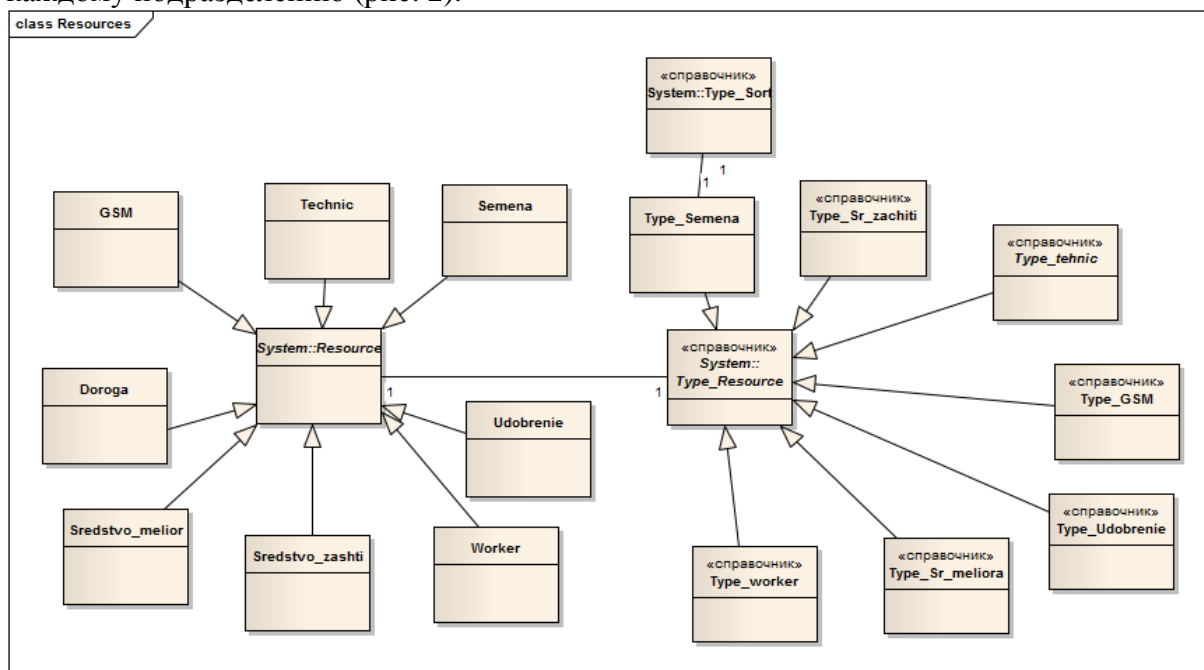


Рис. 2. Диаграмма классов пакета «Resource»

Абстрактный класс «Resource» описывает текущее количество ресурсов и их тип (абстрактный класс «Type\_Resource»). Наследуемые от них классы – это виды ресурсов (по аналогии выделяются классы – типы видов ресурсов):

- дороги – класс «Doroga»;
- горюче-смазочные материалы – класс «GSM»;
- авто и специализированная техника – класс «Technic»;
- семена – класс «Semena»;
- удобрения – класс «Udobrenie»;
- персонал – класс «Worker»;
- средство защиты растений – класс «Sredstvo\_zashiti»;
- средство мелиорации – класс «Sredstvo\_melior».

Пакет «*Sostoyanie\_Grunta*» включает классы, которые отражают текущее состояние грунта участка поля (рис. 3).

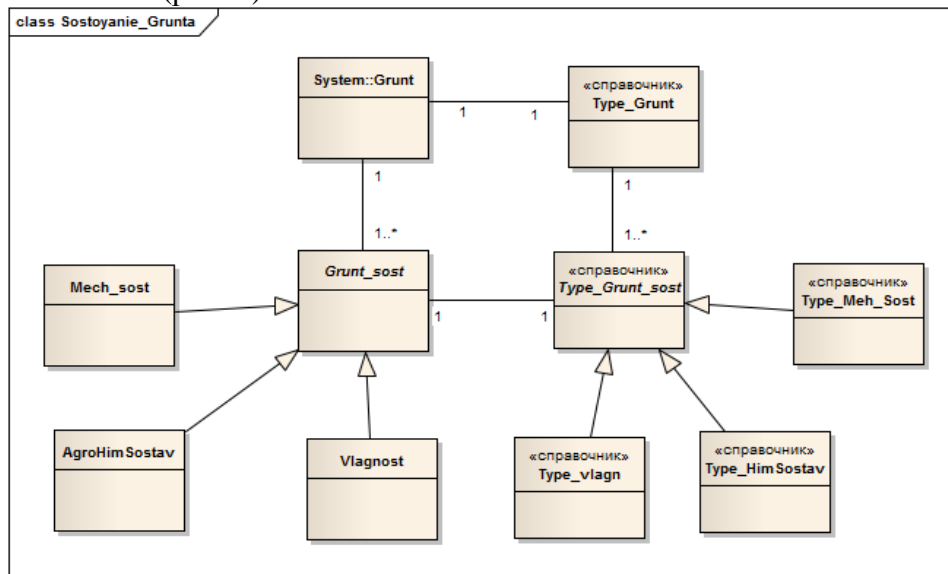


Рис. 3. Диаграмма классов пакета «*Sostoyanie\_Grunta*»

Прежде всего, грунт характеризуется типом, представленным классом «*Type\_Grunt*». Состояние грунта представляется в виде абстрактного класса «*Grunt\_sost*», который ссылается на тип состояния (абстрактный класс «*Type\_Grunt\_sost*»). При этом каждый тип грунта может иметь определенные состояния.

Наследуемые от них классы – это виды состояния грунта (по аналогии выделяются классы – типы видов состояний грунта):

- механический состав – класс «*Mech\_sostav*»;
- агрохимический состав – класс «*AgroHimSostav*»;
- влажность – класс «*Vlagnost*».

Пакет «*Sostoyanie\_Fito*» включает классы, которые отражают текущее состояние растения на участке поля (рис. 4).

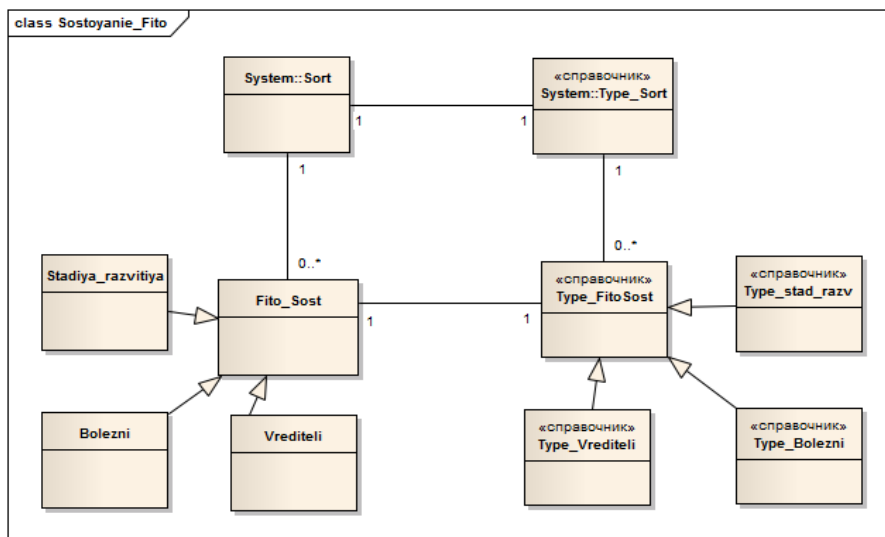


Рис. 4. Диаграмма классов пакета «*Sostoyanie\_Fito*»

Прежде всего, сорт растения характеризуется типом, представленным классом «*Type\_Sort*». Состояние растения представляется в виде абстрактного класса «*Fito\_sost*», который ссылается на тип состояния (абстрактный класс «*Type\_Fitosost*»).

При этом каждый тип сорта может иметь определенные состояния. Наследуемые от них классы – это виды состояния растения (по аналогии выделяются классы – типы видов состояний растения):

- стадия развития – класс «Mech\_sostav»;
- болезнь – класс «Bolezni»;
- вредитель – класс «Vrediteli».

Пакет «Monitoring» включает классы, отражающие источники получения информации о состоянии грунта, растения и работ (рис. 5).

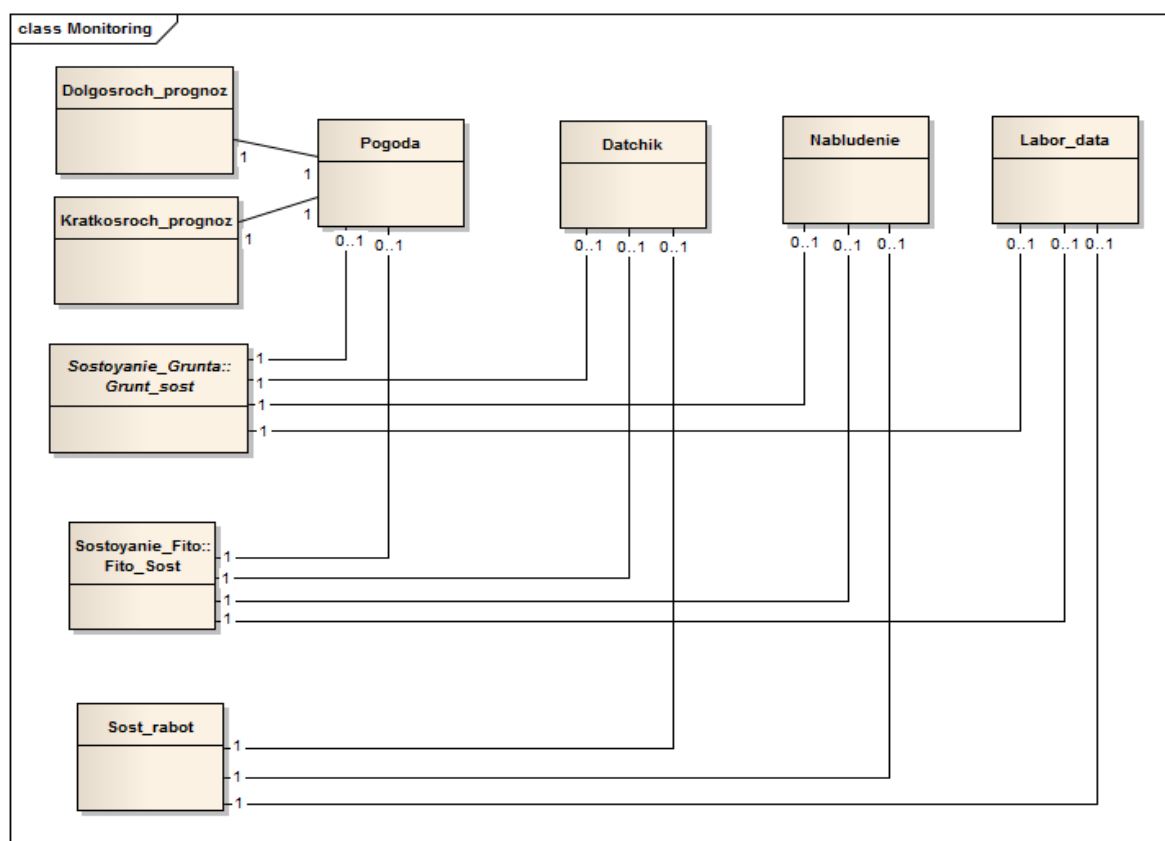


Рис. 5. Диаграмма классов пакета «Monitoring»

Состояние выполнения сельскохозяйственной работы представляется классом «Sost\_Rabot» – это процент и качество выполнения.

Выделяются следующие виды источников получения информации:

- для состояния грунта и растения – класс погоды «Pogoda», включающий в себя долгосрочный (класс «Dolgosroch\_prognoz») и краткосрочный прогноз (класс «Kratkosroch\_prognoz»);
- датчики ДЗЗ или датчики, устанавливаемые на технике (класс «Datchik»);
- данные непосредственных наблюдений (класс «Nabludenie»);
- данные лабораторных исследований (класс «Labor\_Data»).

Пакет «Plan» включает классы, отражающие специфику формирования основного плана и внеплановых работ (рис. 6).

На каждый сезон выращивания определенного растения строится основной план. Он представляется в виде нескольких этапов (класс «Etap»). Каждый этап состоит из нескольких видов работ (класс «Work»), причем на каждую работу могут накладываться условия ее проведения (класс «Usloviya»), а также учитываться долгосрочный прогноз погоды.

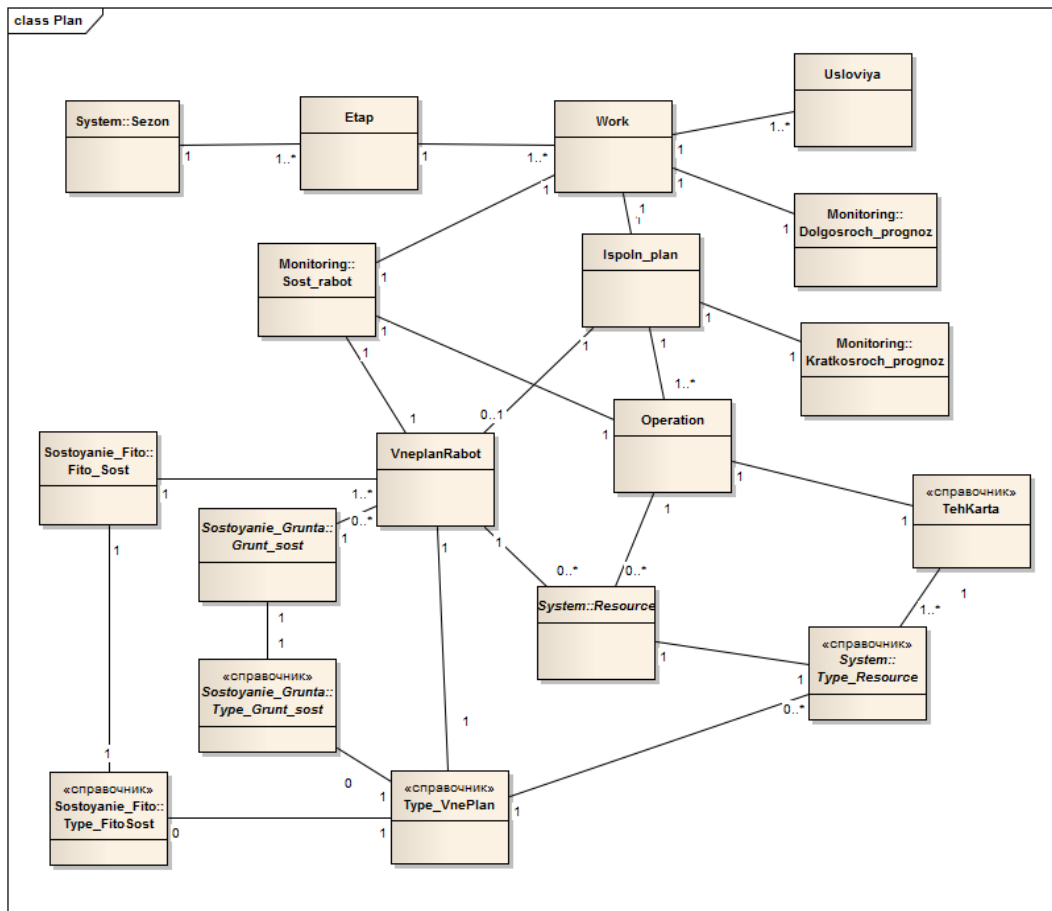


Рис. 6. Диаграмма классов пакета «Plan»

При соблюдении условий и благоприятном прогнозе работа из основного плана попадает в исполнительный план (класс «Ispoln\_Plan»). Исполнительный план опирается на данные краткосрочного прогноза и может состоять из нескольких операций (класс «Operation»).

Каждая операция ссылается на технологическую карту операции (класс «TehKarta»), которая описывает технологию проведения операции и содержит типы необходимых ресурсов. Для обеспечения операции необходимыми ресурсами можно использовать ресурсы, которые имеются в наличии (класс «Resource» из пакета «Resouces»).

При этом эталонная технологическая карта должна быть привязана к полевым условиям и условиям допустимого использования техники (например, ТОиР).

В зависимости от состояния грунта или растения могут формироваться внеплановые работы (класс «VneplanRabot») определенного типа (класс «Type\_Vneplan»). С каждым типом внеплановых работ связаны типы состояний и типы необходимых ресурсов. Внеплановые работы также попадают в исполнительный план.

Каждый вид работ обеспечивается контролем над состоянием их выполнения (класс «Sost\_Rabot» из пакета «Monitoring»).

Пакет «Fact» включает классы, необходимые для диспетчирования операций из исполнительного плана (рис. 7).

На основании мониторинга состояния ресурса, работ, грунта или растения могут возникать события (класс «Sobitie»), необходимо осуществить их привязку к определенному типу (класс «Type\_Sobitie»). Каждый тип события описывает типы возможных реакций (класс «Type\_Reakcia») и типы необходимых ресурсов (класс «Type\_Resource» пакета System). Соответственно, с каждым типом реакции на событие могут быть связаны задачи, которые необходимо решить (класс «Type\_Task»).

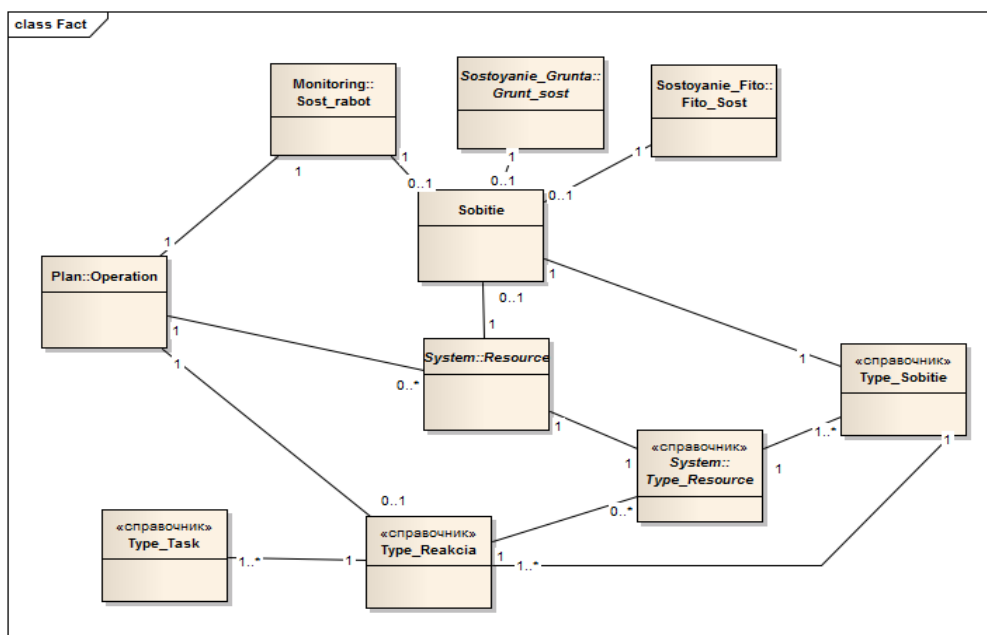


Рис. 7. Диаграмма классов пакета «Fact»

Из набора типов реакций осуществляется выбор одного и его привязка к операции с формированием необходимых ресурсов, которые есть в наличии (класс «Type\_Resource» пакета System).

Данное представление предметной области частично отражает всю специфику построения АСУ СХП и, несомненно, требует уточнения атрибутивной информации каждого из описанных классов.

**Выводы.** Приведенные авторами концепции, в том числе в виде описания предметной области, раскрывают основные аспекты управления технологическими процессами в агрофирме и позволяют перейти от среднестатистических нормативов к индивидуальным, за счет учета структуры почв, геометрии полей, погодных условий, особенностей используемой техники и во внедрении и отработке как отдельных новых интенсивных технологий с/х производства, так и в решительном переходе к системной автоматизации управления достаточно сложными процессами растениеводства.

Применение АСУ СХП позволит поднять управление взаимодействием на больших территориях с огромным количеством участников на новый качественный уровень – уровень научно обоснованного организационного управления процессами производственно-технологического взаимодействия агроформирований в период сельскохозяйственных кампаний и создать условия для значительной экономии материальных и денежных ресурсов в целом.

#### Список использованных источников

1. Деревець І. С. Інформаційно-інноваційний розвиток інженерно-технічної сфери АПК / І. С. Деревець // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2013. – Вип. 97, т. 2. – С. 300-306.
2. Автоматизация агропромышленных предприятий и холдингов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://1c.abbyu.ua/solutions/agroholding/>.
3. Арютов Б. А. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве : учебное пособие / Б. А. Арютов, А. Н. Важенин, А. В. Пасин. – М. : Академия Естествознания, 2010.
4. Харазов В. Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В. Г. Харазов. – М. : Профессия, 2009.
5. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ и проектирование / К. Ларман. – Вильямс, 2001. – 496 с.