

УДК 004:001

Джума Л. Н., канд. техн. наук, доц. (Тел. +380 93 780 36 76. E-mail: ldzhuma@gmail.com)

Пилипёнок О. Н., преподаватель (Тел.:+380 66 503 14 09. E-mail: oksana.pilipyonok@gmail.com)

(Кировоградская летная академия Национального авиационного университета)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «ДИСПЕТЧЕР TOWER»

Джума Л. М., Пилипёнок О. М. Вдосконалення моделі інформаційного забезпечення інтелектуальної навчальної системи «Диспетчер Tower». У статті обґрунтована необхідність удосконалення моделі інформаційного забезпечення прототипу інтелектуальної навчальної системи «Диспетчер Tower». Проаналізовані загальні вимоги до змісту та структури інформаційного забезпечення, а також визначені підходи до його розробки. Отримана схема взаємодії диспетчера Tower з різними структурними підрозділами. Представлена модель інформаційних потоків реального робочого місця диспетчера Tower. Запропонована вдосконалена модель інформаційного забезпечення інтелектуальної навчальної системи «Диспетчер Tower».

Ключові слова: диспетчер Tower, інтелектуальна навчальна система, модель інформаційного забезпечення

Джума Л. Н., Пилипёнок О. Н. Совершенствование модели информационного обеспечения интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower». В статье обоснована необходимость усовершенствования модели информационного обеспечения прототипа интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower». Проанализированы общие требования к содержанию и структуре информационного обеспечения, а также определены подходы к его разработке. Получена схема взаимодействия диспетчера Tower с различными структурными подразделениями. Представлена модель информационных потоков реального рабочего места диспетчера Tower. Предложена усовершенствованная модель информационного обеспечения интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower».

Ключевые слова: диспетчер Tower, интеллектуальная обучающая система, модель информационного обеспечения

Dzhuma L. M., Pilipyonok O. M. Dataware model improvement of the intellectual training system «Tower Controller». The paper is substantiated to the necessity of dataware model improvement of the intellectual training system prototype «Tower Controller». There are analyzed the general requirements for the content and structure of dataware, and the approaches to its development. The scheme of interaction Tower controller with different departments is received. The information flow model of real Tower controller's workplace is represented. The improved dataware model of the intellectual training system «Tower Controller» is proposed.

Keywords: Tower controller, intellectual training system, a dataware model

Введение и постановка задачи. Важнейшей составляющей в системе подготовки и переподготовки авиационных специалистов является обучение на тренажере, которое проводится с целью получения, поддержания и совершенствования практических навыков и профессионального мастерства диспетчеров управления воздушным движением.

В мировой практике тренажерного обучения диспетчеров, в частности диспетчеров Tower, используются самые разнообразные средства – от физических моделей диспетчерских вышек, до сложных технико-кибернетических комплексов [1]. Однако, в свете быстроразвивающихся информационных технологий, которые базируются на интеллектуальной обработке информации, и по причине возникновения значительного количества авиационных происшествий, актуальными остаются вопросы модернизации существующей системы тренажерной подготовки. В связи с этим на кафедре информационных технологий Кировоградской летной академии Национального авиационного университета проводятся научно-практические исследования по разработке интеллектуальной обучающей системы (ИОС) «Диспетчер Tower», которая дополнит существующую систему подготовки диспетчеров данного профиля с акцентом на процессе принятия решений при управлении взлетно-посадочными операциями [2, 3].

В настоящее время разработана первая версия прототипа данной системы, в которой реализован режим демонстрации основных этапов управления взлетом и посадкой воздушных судов (ВС) [2, 3].

Ідеологія і архітектура ІОС дозволяють установити її в обычному комп'ютерному класі і провести навчання курсанта на початковому етапі його підготовки.

Найбільш досконалі тренажери забезпечують повну автоматизацію процесу навчання. В розроблюваній системі крім режиму демонстрації специфікацією передбачені режими навчання і контролю. Реалізація функціональних можливостей цих режимів дозволить передати процес навчання під контроль самого навчаваного таким чином, що він зможе взяти на себе відповідальність за якість своєї індивідуальної підготовки. Для досягнення такого рівня необхідно вести роботу в декількох напрямках, пов'язаних з інформаційним, технічним, математичним і програмним удосконаленням системи. Данна стаття присвячена питанням удосконалення моделі інформаційного забезпечення.

Інформаційне забезпечення: вимоги і підходи к розробці.

Інформаційне забезпечення – один з найважливіших елементів інформаційних технологій. Вимоги к даним і програмному забезпеченню при розробці систем навчання і підготовки в авіаційній сфері приводяться в звітах Aeronautical Radio Incorporated:

- ARINC 440 – Керівництво по наданню і підтримці даних, пов'язаних з обладнанням;
- ARINC 441 – Керівництво по наданню програмного забезпечення в двоичному форматі для цілей навчання і підготовки;
- ARINC 442 – Керівництво по наданню моделей, працюючих на основі керуючої карти/вихідної програми, для цілей навчання і підготовки;
- ARINC 610 – Керівництво по проектуванню обладнання і програмного забезпечення, призначеного для використання в авіаційних тренажерах.

Відрізняють зовнішнє і внутрішнє інформаційне забезпечення.

К зовнішньому інформаційному забезпеченню відносять:

- оперативну документацію, що містить дані про стан керуваного об'єкта і середовища;
- нормативно-справочні документи, включаючи систематизовану проектно-розрахункову, технічну, технологічну, організаційну і виробничу документацію, а також архівну інформацію;
- систему класифікації і кодування інформації;
- інструкції по організації введення, збереження, внесення змін в нормативно-справочну документацію, в тому числі і в масиви даних о середовищі [4].

Внутрішнє інформаційне забезпечення – система спеціальним чином організованих даних, що підлягають автоматизованій обробці, накопиченню, збереженню, пошуку, передачі в зручній для сприйняття технічними засобами [4]. В ній виділяють файли (масиви), бази даних, бази знань, банки даних і їх системи. Бази даних представляють собою організовані по певним правилам множини даних, які можуть накопичуватися і оновлюватися в вигляді невеликої кількості масивів. На основі баз даних створюються банки даних.

Існує два основні підходи к розробці інформаційного забезпечення: “з предметної області” і “з запиту”.

Підхід “з предметної області” (також називається об'єктним або непроцесним підходом), означає опис об'єктів управління і зв'язків між ними безотносно к потребам користувачів [4]. К його перевагам можна віднести: *об'єктивність*; *комплексне* відображення предметної області; *стабільність* інформаційної моделі; *можливість* реалізації значущої кількості програмних додатків по розв'язанню як запланованих, так і незапланованих завдань інформаційного забезпечення.

Недостаток данного подхода – это сложность выделения данных, необходимых для разработки информационного обеспечения.

В подходе “от запроса” (процессный или функциональный подход) основным источником информации о предметной области являются запросы пользователей (задачи) [4]. В связи с этим могут возникать некоторые сложности, связанные с различными мнениями пользователей. Поэтому, на первоначальном этапе разработки информационного обеспечения целесообразно использовать объектный подход, а затем – функциональный. Но, независимо от выбранного подхода, необходимо провести критический анализ предметной области. Это позволит определить данные, которые станут информационной основой, и от которых будет зависеть эффективность работы внутримашинной информационной базы в целом.

В выбранных данных следует разграничить форму (макет) и содержательную часть. В форме отображается структура информации в виде реквизитов. Реквизиты имеют содержательную часть, состоящую из названия реквизита и места, отведенного для его значения.

Процедуры классификации и кодирования также применяются и для проектирования внемашиного информационного обеспечения.

Таким образом, учитывая вышесказанное, были выделены общие требования к содержанию и структуре информационного обеспечения, и определены подходы к его разработке.

Исследование рабочего места диспетчера Tower. Как уже было сказано, важным этапом разработки информационного обеспечения является критический анализ предметной области. Исходя из этого, рассмотрим все аспекты профессиональной деятельности диспетчера Tower.

При исполнении служебных обязанностей диспетчеру Tower необходимо руководствоваться требованиями следующих документов:

- рабочая инструкция;
- воздушный кодекс Украины;
- положения об использовании воздушного пространства Украины;
- правила полетов и обслуживания воздушного движения в классифицированном воздушном пространстве Украины;
- сообщения, касающиеся обслуживания воздушного движения;
- правила ведения радиотелефонной связи и фразеология радиообмена в воздушном пространстве Украины;
- правила обслуживания аэронавигационной информацией;
- правила радиолокационного обслуживания;
- сборник аэронавигационной информации AIP-Ukraine;
- дополнения к сборнику аэронавигационной информации;
- NOTAM-сообщения;
- циркуляры аэронавигационной информации;
- контрольные перечни и сводки;
- инструкция по производству полетов в районе аэродрома;
- технология взаимодействия со службами обеспечения полетов при проведении работ на рабочей площади аэродрома;
- инструкция по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме;
- инструкция по орнитологическому обеспечению полетов на аэродроме;
- руководства пользователей техническими средствами (при наличии);
- протоколы взаимодействия между органами ОВД (при наличии);
- другая документация.

Согласно «Рабочей инструкции диспетчера управления воздушным движением (УВД) на рабочем месте TOWER» диспетчер во время выполнения своих обязанностей должен обеспечивать [5]:

- аэродромное диспетчерское обслуживание;
- полотно-информационное обслуживание;
- аварийное обслуживание.

В ходе *аэродромного* диспетчерского обслуживания диспетчер Tower выдает диспетчерские разрешения прилетающим и вылетающим экипажам, а также различную информацию, направленную на поддержание порядка в зоне аэродрома с целью предупреждения столкновений между ВС.

В процессе *полотно-информационного* обслуживания предоставляются консультации и информация для обеспечения безопасного и эффективного выполнения полетов.

Аварийное обслуживание направлено на оказание всесторонней помощи ВС, терпящим бедствие.

На своем рабочем месте диспетчер Tower использует метеомонитор, радиолокационный монитор и средства связи, посредством которых получает всю необходимую информацию для выполнения своих функциональных обязанностей.

Диспетчер Tower взаимодействует с различными структурными подразделениями (Рис. 1).

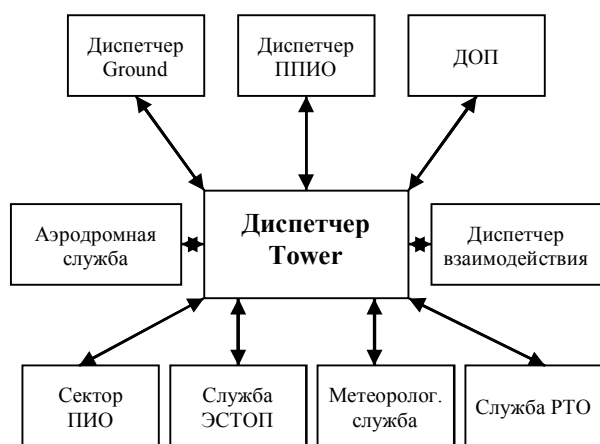


Рис. 1. Схема взаимодействия диспетчера Tower с различными структурными подразделениями

Взаимодействие с диспетчером Ground (GND). При вылете ВС диспетчер Tower обязан принять от диспетчера GND информацию о разрешении на вылет ВС, аэродроме первой посадки, времени уборки колодок, номере или литере рейса, типе и индексе ВС (позывном), коде индивидуального опознавания, эшелоне (высоте) полета по трассе (маршруту), а также обязан получить сообщение от диспетчера GND о начале выруливания ВС с места стоянки на перроне. Информацию о прибывающем ВС и ответственность за его контроль диспетчер Tower должен передавать диспетчеру GND после освобождения воздушным судном взлетно-посадочной полосы (ВПП) и после

пересечения линии места ожидания перед ВПП.

Взаимодействие с аэродромной службой. Диспетчер Tower взаимодействует с аэродромной службой в отношении выдачи разрешений относительно проведения работ на летном поле, осмотра светосистем и движения специального автотранспорта.

От аэродромной службы диспетчер Tower может получать информацию о наличии неровной или разрушенной поверхности ВПП, рулежных дорожек или перрона, наличии или отсутствии соответствующей маркировки, о проведении строительных и ремонтных работ в непосредственной близости от рабочей площади аэродрома, об отказах или ухудшении состояния функционирования светосигнальной системы аэродрома.

Взаимодействие с диспетчерским органом подхода (ДОП). Диспетчер Tower должен проводить координацию с ДОП по отношению к:

- воздушным судам, которые вылетают с аэродрома по правилам полета по приборам (ППП) (при вылете по правилам визуальных полетов (ПВП) эшелонирование не обеспечивается, потому нет необходимости в координации);

– прибуваючим воздушным судам, которые сделали свой первый вызов диспетчерских органов (запрос на вход в контролируемое воздушное пространство) на частоте диспетчера Tower.

Взаимодействие с сектором полетно-информационного обслуживания (ПИО). Диспетчер Tower взаимодействует с сектором ПИО в отношении:

- обмена любой информацией, которая необходима для предоставления полетно-информационного обслуживания;
- предоставления аварийного обслуживания;
- передачи запросов от воздушных судов на получение разрешений на вхождение в CTR;
- передачи информации о ВС, которые прекращают контролируемый полет в диспетчерской зоне и входят в неконтролируемое воздушное пространство.

Взаимодействие с диспетчером предполетного информационного обслуживания (ППИО). Диспетчер Tower взаимодействует с диспетчером ППИО касательно текущей координации рейса. По запросу диспетчера Tower диспетчер ППИО предоставляет информацию о возможной турбулентности в следе, указания относительно выполнения процедуры ожидания и т.д.

Взаимодействие с метеорологической службой. Метеорологическая служба предоставляет диспетчеру Tower следующую информацию:

- местные регулярные (METAR / MET REPORT) и специальные (SPESI / SPESIAL) сведения по аэродрому;
- прогнозы погоды по аэродрому (TAF), прогноз для посадки (TREND), коррективы к ним (TAF AMD) и предупреждения по аэродрому;
- предупреждение о смещении ветра на аэродроме;
- сводки погоды и прогнозы по аэродромам посадки и запасным аэродромам;
- данные о центрах опасных конвективных явлений;
- информацию о ветре на высоте круга;
- информацию об опасных явлениях погоды по маршрутам полета и информацию о наличии особых явлений и условий погоды в районе аэродрома по данным бортовой погоды и / или со станции отдела гидрологии;
- любую дополнительную информацию.

Взаимодействие с инженером службы радиотехнического обеспечения (РТО). Диспетчер Tower тесно взаимодействует с инженером службы РТО по вопросам отклонения средств связи, навигации и наблюдения от установленных параметров работы.

Взаимодействие со службой электро-светотехнического обеспечения полетов (ЭСТОП). Диспетчер Tower взаимодействует со службой ЭСТОП по вопросам функционирования светосигнальной системы аэродрома.

Координация с диспетчером взаимодействия. Диспетчер взаимодействия предоставляет диспетчеру Tower сообщения, необходимые для УВД, а также для распространения полетных данных.

Взаимодействие с руководителем полетов (РП). Диспетчер Tower взаимодействует с руководителем полетов по вопросам готовности аэродрома к приему и выпуску ВС, готовности экипажей воздушных судов к полетам, а также в отношении ограничений и запретов на полеты.

Из вышеуказанного следует, что в процессе выполнения своих функциональных обязанностей диспетчер Tower осуществляет довольно сложный комплекс мероприятий, требующий:

- быстрого переключения внимания;
- хорошей зрительной и слуховой памяти;

- умения ментально оперировать объектами в трехмерном пространстве;
- способности к планированию действий и быстрому выполнению математических операций в уме;
- устойчивости к воздействию стрессов и усталости;
- способности в краткие сроки принимать адекватные и взвешенные решения, как в нормальных, так и в экстремальных условиях.

Это обусловлено спецификой работы диспетчера Tower, связанной с постоянным анализом и обменом информацией или, другими словами, информационными потоками.

Модель информационных потоков реального рабочего места диспетчера Tower можно представить в виде, отображенном на Рис. 2.

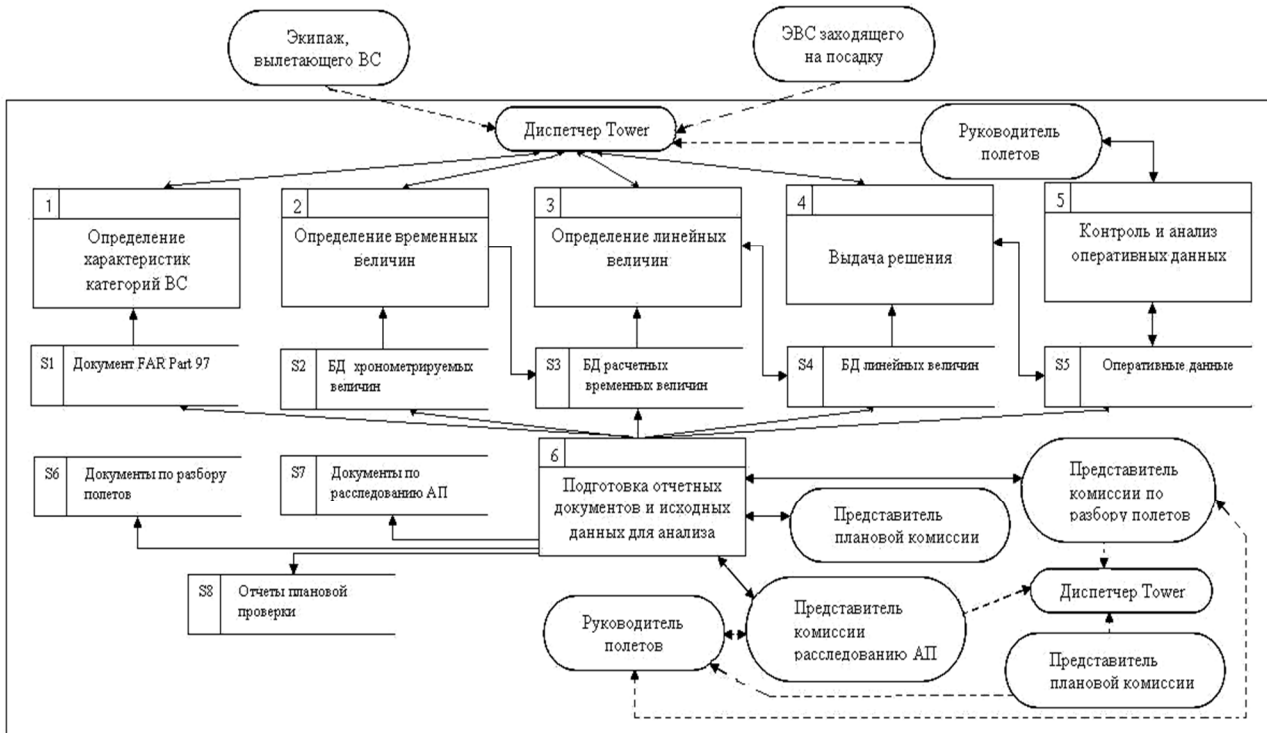


Рис. 2. Модель информационных потоков на реальном рабочем месте диспетчера Tower

Информационные потоки, касающиеся взлетно-посадочных операций, циркулируют между различными структурными подразделениями, в том числе и аэродромной диспетчерской вышкой, по связям, которые характеризуются сетевой структурой. Это объясняется тем, что сотрудники одного подразделения находятся на одном уровне управления с сотрудниками другого подразделения. Однако, в пределах каждого отдельного подразделения наблюдается иерархия сотрудников, что определяет смешанную структуру системы управления воздушным движением в целом.

Путь прохождения информационного потока в основном определяется задачей, которая решается в данный момент. Поэтому информационный поток, проходя через структурные подразделения, может охватывать их целиком или частично. При этом существует определенная последовательность прохождения информационного потока. Так, например, при заходе на посадку экипаж ВС в дискретные моменты времени связывается с диспетчерским органом подхода, который в дальнейшем передает его на управление диспетчеру Tower. После посадки ВС диспетчер Tower, передает его на управление диспетчеру Ground. То же, но в обратной последовательности, происходит и при взлете ВС. Так обеспечивается непрерывный упорядоченный поток воздушного движения.

Характер інформаційного потоку суттєво залежить від умов оточуючої середовища та робочих змін співробітників аеропорту. Зміна метеорологічних умов, а також заступлення на дежурство інших змін співробітників, в кожному окремому випадку, може призвести до різних подій на робочому місці. В зв'язку з цим функціонування системи УВД визначається як зовнішньої, так і внутрішньої інформацією, що властиво відкритим стохастическим системам.

Таким чином, професійна діяльність диспетчера Tower пов'язана з достатньо складним механізмом формування та обміну інформаційними потоками в системі УВД, яка представляє собою відкриту, складну, неперервно-дискретну, стохастическу, динамічну систему управління з сумішної структурою.

Класи об'єктів та побудова інфологічної моделі. Вивчення предметної області дозволяє виділити в ній основні класи та підкласи об'єктів, які характеризують робоче місце диспетчера Tower.

Перший клас об'єктів – це **Воздушне судно** (Рис. 3). Його підкласи: Класифікація ВС за категоріями турбулентності сліду, Мінімуми ешелонування, Етапи взльету.

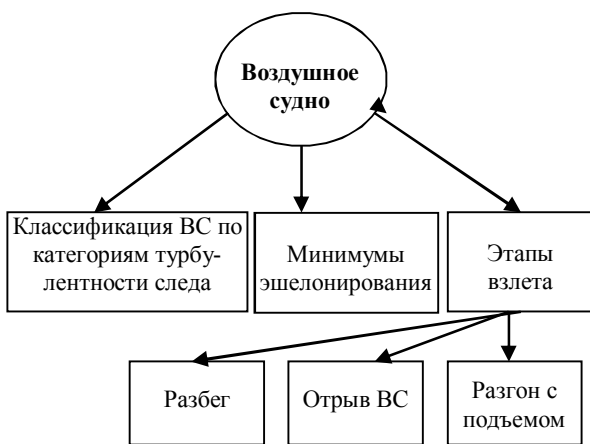


Рис. 3. Структура класу **Воздушное судно**

ВС по категоріям турбулентності сліду, Мінімуми ешелонування, Етапи взльету.

ВС класифікуються *по категоріям турбулентності сліду* як:

- важкі (всі типи ВС вагою ≥ 136 т);
- середні (типи ВС вагою < 136 т і > 7 т);
- легкі (типи ВС вагою ≤ 7 т).

Мінімуми ешелонування:

1. Середні ВС повинні взлітати за важкими спущаючи 2 хв.
2. Легкі за важкими – 3 хв.
3. Легкі за середніми – 3 хв.
4. В інших випадках – 1 хв.

Елементи підкласу **Етапи взльету**: разбег, отрыв, разгон с подъемом.

При взльету на літак діють:

– сила тяги двигательної установки P – в початку разбега її величина максимальна, а потім по мірі збільшення швидкості поступово зменшується (у ВС з поршневыми двигателами зменшення тяги на разбегу більш значуще, ніж у ВС з турбореактивными двигателами);

– сила ваги літака G – по величині незмінна і направлена вниз;

– підйомна сила Y – в початку разбега рівна нулю, а в кінці разбега, при отрыве, досягає величини ваги літака;

– сила лобового опору Q – зростає по мірі разбега від нуля до певного значення (в залежності від кута атаки, швидкості, висоти польоту);

– нормальна сила реакції землі N – в початку разбега рівна вазі літака, а по мірі наростання швидкості та збільшення підйомної сили зменшується до нуля при отрыве;

– сила тертя пневматиків о ґрунт F (сила тертя колес о землю) – сила тертя в кінці пробігу обертається в нуль, так як при отрыве вага ВС рівняється підйомній силі.

Другий клас об'єктів – **Аеродром**. Аеродром представляє собою земельний або водний ділянку з повітряним простором, спорудами та обладнанням, з допомогою

которых обеспечиваются взлет, посадка, руление, размещение и обслуживание самолетов, вертолетов и планеров, поэтому его можно рассматривать как неподвижный статический элемент. Структура данного класса представлена на Рис. 4.

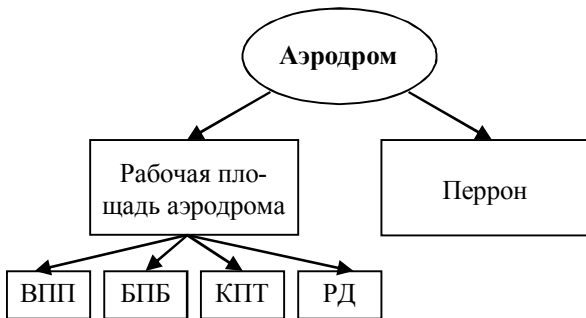


Рис. 4. Структура класса **Аэродром**

В состав класса *Аэродром* входят два подкласса: Рабочая площадь аэродрома, Перрон.

Подкласс *Рабочая площадь аэродрома* включает в себя четыре компонента: ВПП, БПБ (боковая полоса безопасности), КПТ (концевая полоса торможения), РД (основная, магистральная и скоростная рулежные дорожки).

В состав компонента ВПП входят: искусственная ВПП (ИВПП), грунтовая ВПП (ГВПП).

В состав ИВПП входят: длина ИВПП в стандартных условиях, ширина ИВПП в стандартных условиях, длина ВПП в местных фактических условиях, исполнительный старт, предварительный старт, порог ВПП, ось ВПП, краевая линия ВПП, знаки зоны приземления, знак фиксированного расстояния, посадочный магнитно-путевой угол.

ГВПП включает в себя: длину ГВПП, ширину ГВПП, исполнительный старт, предварительный старт, входной знак, посадочные знаки, середина ГВПП, посадочное «Т», знаки зоны приземления, осевой знак КПТ, осевой знак между КПТ и ближним приводным радиомаяком (БПРМ), знаки подхода, БПРМ, знак обозначения боковых границ КПТ, знак закрепления границ ГВПП.

Компонент РД содержит такие составляющие: осевая линия РД, краевая линия РД, контур зоны обслуживания ВС, место обязательной остановки, предварительный старт.

Компоненты БПБ и КПТ в своей структуре дополнительных составляющих не имеют.

Подкласс *Перрон* класса *Аэродром* включает в себя: осевую линию руления, краевую линию перрона, контур зоны обслуживания ВС, знак номера стоянки, Т-образный знак, маршруты движения спецавтотранспорта, маркировку мест заземления ВС.

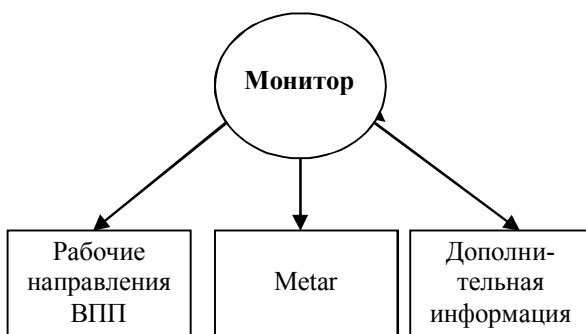


Рис. 5. Структура класса **Монитор**

Третий класс объектов – это **Монитор**, который является отображением того, что видит диспетчер Tower на своем рабочем месте (Рис. 5). Его подклассы: рабочие направления ВПП, Metar, дополнительная информация.

Четвертый класс – это **Процесс принятия решений** диспетчером Tower при управлении взлетно-посадочными операциями. Состав этого класса варьируется в зависимости от решаемых авиадиспетчером задач.

Следует отметить, что классы объектов *Монитор* и *Процесс принятия решений* уже были реализованы в прототипе интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower». Выделение классов *Воздушное судно* и *Аэродром* позволило дополнить его путем применения приемов инфологического моделирования. В результате этого была получена усовершенствованная модель информационного обеспечения, представленная на Рис. 6.

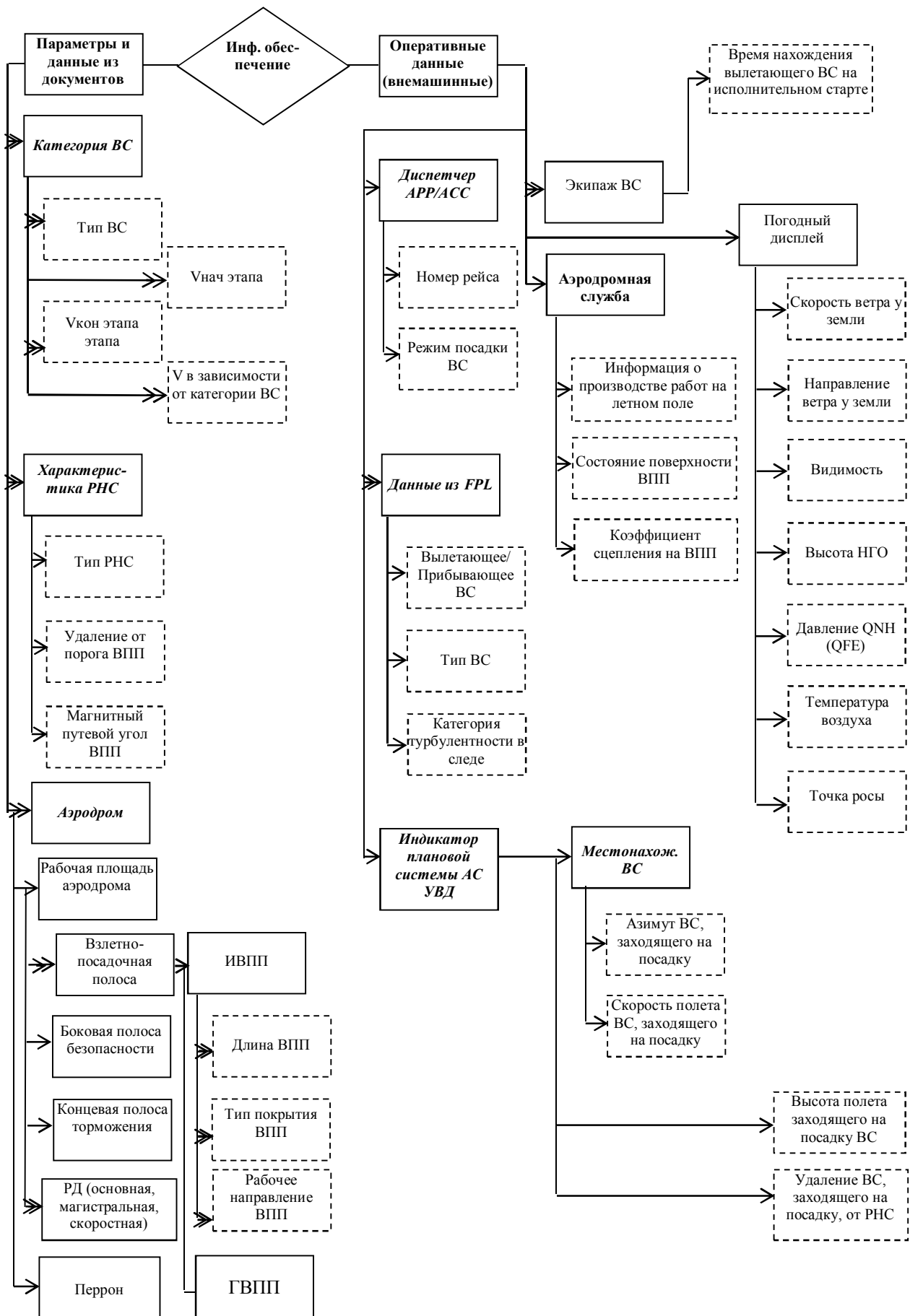


Рис. 6. Усовершенствованная модель информационного обеспечения обучающей системы «Диспетчер Tower»

Результаты, выводы и рекомендации.

В результате проведенного исследования:

1. Были выделены общие требования к содержанию и структуре информационного обеспечения, а также определены подходы к его разработке.

2. В процессе изучения предметной области, на основе должностной инструкции и других регламентирующих документов, были установлены и проанализированы связи рабочего места диспетчера Tower с другими структурными подразделениями и построена схема взаимодействия.

3. Путем выделения классов *Воздушное судно* и *Аэродром*, и применения приемов инфологического моделирования была получена усовершенствованная модель информационного обеспечения интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower».

Дальнейшее направление исследований – осуществление привязки атрибутивной информации класса *Аэродром* к его векторной модели для решения задачи отображения в разрабатываемой системе движения ВС по рабочей площади аэродрома.

Литература

1. Тренажеры [Электронный ресурс] // – Режим доступа : <http://www.ukrreferat.com/lib/injpsih/10.html> (7.11.2014 г.).

2. Пилипёнок О. Н. Совершенствование процесса профессиональной подготовки диспетчера Tower путем внедрения интеллектуальной обучающей систем / О. Н. Пилипёнок // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами і професійна підготовка операторів складних систем». – Кіровоград : 27-28 листопада 2013 р.

3. Пилипёнок О. Н. Разработка прототипа обучающей системы «Диспетчер Tower» / О. Н. Пилипёнок // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Проблеми навігації і управління рухом». – Київ : 18-20 листопада 2013 р.

4. Понятие информационного обеспечения, его структура [Электронный ресурс] // – Режим доступа : http://www.life-prog.ru/1_4776_ponyatie-informatsionnogo-obespecheniya-ego-struktura.html (4.10.2014 г.).

5. Дніпропетровський РСР Запорізької служби ОПР. Робоча інструкція аеродромної диспетчерської вишки Запоріжжя. – 2013.