ФКУ НИИ ФСИН России

БГУ ВПО «ИжГТУ им. М.Т.Калашникова»

Е.Л.Аверьянова, М.М.Горохов, С.Б.Пономарев, А.С.Пономарева

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(НА ПРИМЕРЕ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ)

МОНОГРАФИЯ

Псков, 2016

УДК П56
ББК 55.14
А19

Рецензенты:
Профессор кафедры «Информационные системы» БГОУ ВПО ИжГТУ, доктор технических наук, доцент С.В.Вологдин;
профессор кафедры «Общественное здоровье и здравоохранение» БГОУ ВПО ИГМА, заслуженный работник здравоохранения России, доктор медицинских наук, профессор В.К. Гасников;

Аверьянова Е.Л., Горохов М.М., Пономарев С.Б., Пономарева А.С.
Проблемы информационного мониторинга социально значимых заболеваний (на примере ВИЧ-инфекции в уголовно-исполнительной системе)

Е.Л.Аверьянова, М.М.Горохов, С.Б.Пономарев, А.С.Пономарева. – Псков: ООО Печатный двор «Стерх», 2016, 116 с.

Монография посвящена проблемам организации мониторинга ВИЧ-инфекции в уголовно-исполнительной системе России. Обоснована актуальность рассматриваемых проблем, предложены пути совершенствования имеющихся информационных подходов. Дан обзор существующих систем мониторинга социально-значимых заболеваний, приведены примеры практикуемых подходов к решению данного вопроса, изложены предложения авторов по оптимизации путей решения проблемы, рассмотрены вопросы эпидемического контроля в уголовно-исполнительной системе.

Монография предназначена для врачей, организаторов здравоохранения, инженеров-программистов.

ISBN 978-5-89529-130-0

© Е.Л.Аверьянова, М.М.Горохов,
С.Б.Пономарев, А.С.Пономарева,
2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРОБЛЕМА НОЗОМОРФОЗА КОИНФЕКЦИИ ВИЧ-ТУБЕРКУЛЕЗ-ГЕПАТИТ В УСЛОВИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ **Стр. 5**

2. ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ **Стр. 17**

3. КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МОНИТОНГА ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ **Стр. 31**

4. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОНГА ВИЧ-ИНФЕКЦИИ **Стр. 52**

5. АВТОМАТИЗИРУЮЩАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВИЧ-ИНФЕКЦИИ **Стр. 75**

6. АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГОМ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ **Стр. 89**

ЛИТЕРАТУРА **Стр. 109**

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВИЧ – вирус иммунодефицита человека
АД – артериальное давление
АЛТ - аланинаминотрансфераза
АСТ - аспартатаминотрансфераза
БД – база данных
ВГС – вирусный гепатит С
ДЛО – дополнительное лекарственное обеспечение
ИТ – информационные технологии
ИФА – иммуноферментный анализ
ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение
МБТ – микобактерии туберкулеза
МИС – медицинская информационная система
МКБ – международная классификация болезней
МЛУ –множественная лекарственная устойчивость
ПАВ – психоактивные вещества
ПЦР – полимеразная цепная реакция
РМД- реляционная модель данных
СИЗО – следственный изолятор
СОЭ – скорость оседания эритроцитов
СПИД – синдром приобретенного иммунодефицита
СУБД – система управления базами данных
ТИ –технический исполнитель
УЗИ -ультразвуковое исследование
УИС – уголовно-исполнительная система
ФСИН – Федеральная служба исполнения наказаний
ХВГ – хронический вирусный гепатит
ЦНС – центральная нервная система
ШЛУ – широкая лекарственная устойчивость

Глава 1. ПРОБЛЕМА НОЗОМОРФОЗА КОИНФЕКЦИИ ВИЧ-ТУБЕРКУЛЕЗ-ГЕПАТИТ В УСЛОВИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ

Вопросы сочетанной инфекции у лиц, отбывающих наказание в виде лишения свободы, являются одной из наиболее актуальных проблем пенитенциарной медицины [Пономарев С.Б., 2009]. Так, по официальным данным более 40% лиц, находящихся в местах лишения свободы, имеют несколько заболеваний (туберкулез + ВИЧ, наркомания + гепатит, алкоголизм + психопатия, а так же болезни сердечно-сосудистой эндокринной, пищеварительной системы, почек, онкологические заболевания и т.д.). Наблюдающееся в последние десятилетия бурное распространение наркомании в российском обществ, е а также – снижение качества жизни россиян, ассоциированное с эпидемией туберкулеза и ВИЧ-инфекции, обусловило увеличение доли лиц, страдающих сочетанной инфекцией (ВИЧ+туберкулез+вирусные гепатиты) и концентрацию этих больных в пенитенциарной системе. Так, За 18 последних лет количество ВИЧ-инфицированных в нашей стране увеличилось в 811 раз. При этом в СИЗО ежегодно поступает более 8 тыс. ВИЧ-носителей. В 2013 году в УИС содержалось 56 тысяч лиц, больных ВИЧ-инфекцией и 29 тысяч больных

туберкулезом. Большинство из этих людей – это лица с коинфекцией «туберкулез+ВИЧ».

Известно, что риск развития туберкулеза у ВИЧ-инфицированных в 50-113 раз, а у больных СПИДом - в 170 раз выше, чем у неинфицированных лиц. Это объясняется синергическими взаимодействиями туберкулеза и ВИЧ. ВИЧ индуцирует иммуносуппрессию и в связи с этим является важным фактором риска как прогрессирования инфекции *Mycobacterium tuberculosis* в заболевание, так и дальнейшей смерти от туберкулеза. С другой стороны, *Mycobacterium tuberculosis* также ускоряет прогрессирование ВИЧ инфекции [M.Kato-Maeda, P.M.Small; 2006].

Клинические проявления туберкулезного процесса у ВИЧ-инфицированных пациентов отличаются полиморфностью и крайне ускоренным течением [Покровский В.В., 1997, Gupta-Wright et al., 2013, Роенко Г.Н. и соавт., 2012]. Причем скорость распространения туберкулезного поражения напрямую коррелирует с содержанием СД4-клеток и вирусной нагрузкой [Van Rie A. Et al., 2011 Dos Santos R.P. et al., 2011]. Активная форма туберкулезного процесса сопровождается резким увеличением концентрации РНК ВИЧ в крови (в 5-160 раз) за счет ускорения синтеза провоспалительных интерлейкинов и фактора некроза опухоли [Graham N. Et al., 1996, Буринский Н.В., Боровиков К.С., 2013, Марченко Н.А., 2013]. И если при I-III стадиях ВИЧ-инфекции развитие туберкулезного процесса может достаточно

длительное время протекать со стертой клиникой (субфебрильная лихорадка, общая интоксикация, периодический сухой кашель, обусловленный поражением внутригрудных лимфатических узлов), что зачастую может быть расценено как клиника ВИЧ-инфекции, особенно на фоне отсутствия МБТ в мокроте, то с нарастанием иммунных нарушений клинические симптомы приобретают яркость и характеризуются бурным нарастанием симптоматики [Chunpongtong P. et al., 2011, Кравченко А.В. и соавт., 2005, Бабаева И.Ю., 2007]. Наиболее драматично протекает туберкулез у больных IV-V стадиями ВИЧ-инфекции (СПИДа): с развитием сепсиса, поражением ЦНС, печени, перикарда, с обнаружением МБТ в крови [Пантелеев А.М. и соавт., 2007, Kongsiririwattanakul S. Et al., 2011]. Характерной особенностью развития туберкулезного процесса у ВИЧ-инфицированных является острое начало заболевания (более чем в 50% случаев), протекающего по типу пневмонии [Истомин С.А. и соавт., 2011, Фещенко Ю.И., 2007, Yoo S.D. et al., 2011]. Традиционная антибактериальная терапия (цефалоспорины III-IV поколения, макролиды) у 30-40% больных приводит к временному улучшению клинико-рентгенологической картины, а отсутствие в мокроте КУБ и МБТ, а также возможное выделение неспецифической патогенной флоры может привести к неверным выводам об этиологии пневмонии [Payam N. Et al., 2007, Lancioni C.L. et al., 2011]. При физикальных методах исследования у таких больных редко удается объективно оценить степень поражения легких ("мало слышно - много

видно"), тогда как рентгенологическая картина в большинстве случаев не оставляет сомнений в происхождении воспалительного процесса в легких и степени его выраженности (за исключением II Б стадии ВИЧ-инфекции, когда чаще выявляется атипичное течение туберкулеза с высокой склонностью к генерализации процесса) [Lian Y.L. et. Al., 2007]. Однако у 9,2-32% больных с ВИЧ-инфекцией отсутствуют какие-либо рентгенологические признаки при имеющемся туберкулезе органов дыхания, что также обусловлено изменением иммунного реагирования [Kibiki G.S. et al., 2007]. В 30-70% случаев туберкулезный процесс у ВИЧ-инфицированных может протекать в виде генерализованных и внелегочных форм (лимфоаденопатия, плевральный выпот, перикардит, милиарное заболевание, менингит) [Корж Е.В., Тсулова Т.В., 2013]. Это обусловлено особенностями диссеминации туберкулезного процесса у ВИЧ-инфицированных пациентов (преобладание лимфогенного пути диссеминации над гематогенным). Ранние стадии развития туберкулезного процесса могут ограничиваться поражением внутригрудных лимфатических узлов без характерной клинико-рентгенологической картины туберкулеза органов дыхания и прогрессировать до генерализованных или внелегочных форм на поздних стадиях заболевания [Фролова О.Г. и соавт., 2005, Бабаева И.Ю. и соавт., 2013] . Данная особенность течения туберкулеза у ВИЧ-инфицированных представляет большую проблему для практической медицины в плане трудностей диагностики туберкулезной этиологии процесса. Также

обращает на себя внимание незначительная выраженность или отсутствие фибротических изменений у больных ВИЧ, имевших в анамнезе туберкулез органов дыхания, что необходимо учитывать при диагностике реактивации латентного туберкулеза.

Клиническая картина течения туберкулеза у ВИЧ-инфицированных характеризуется большим разнообразием: от практически бессимптомных форм до стремительной генерализации процесса по типу сепсиса. На течение заболевания большое влияние оказывает наличие или отсутствие антиретровирусной терапии, способной замедлить прогрессирование ВИЧ-инфекции и, таким образом, оказать положительное влияние на состояние иммунного ответа [Кравченко А.В., 2003, Белозеров Е.С. и соавт., 2005].

Особое внимание следует уделить пациентом с туберкулезом на фоне ВИЧ-инфекции и хронического вирусного гепатита С [Черешнев В.А. и соавт., 2013]. У больных с коинфекцией ВИЧ/ВГС фиброз печени прогрессирует быстрее, чем у пациентов с моноинфекцией ВГС, даже с учетом таких факторов, как возраст, пол и употребление алкоголя. У людей с коинфекцией ВИЧ/ВГС могут наблюдаться качественные и/или количественные нарушения иммунного ответа на ВГС. ВИЧ-инфекция ускоряет прогрессирование связанного с ВГС-инфекцией поражения печени, особенно у пациентов с более выраженным иммунодефицитом, поскольку способствует повышению

концентрации ВГС в крови (в 2-8 раз), что значительно снижает частоту спонтанного выздоровления при остром гепатите, увеличивает частоту развития фиброза печени (в 2-5 раз), цирроза, печеночной недостаточности.

Таким образом, развитие туберкулезного процесса у пациентов с коинфекцией ВИЧ/ВГС происходит на фоне двойной иммуносупрессии, связанной с наличием двух мощных патогенных агентов в организме. Формирование особого течения туберкулеза у таких больных представляет огромную проблему пенитенциарной системы здравоохранения, поскольку контингент заключенных, являющихся в прошлом инъекционными потребителями наркотиков и коинфицированных ВИЧ/ВГС, на фоне особенностей тюремного содержания является группой высокого риска развития туберкулеза. Эти факторы (преморбидный фон наркопотребления, коинфекция ВИЧ/ВГС, жизнь в условиях ограничения свободы, высокий риск заражения туберкулезом и быстрота прогрессирования процесса) позволяют говорить о патоморфозе заболевания в условиях пенитенциарной системы.

Исходя из сказанного выше, можно утверждать, что на основании особенностей содержания заключенных в местах лишения свободы, связанных с риском заражения туберкулеза, все больные ВИЧ-инфекцией, поступающие в учреждения пенитенциарной системы, должны рассматриваться как группа повышенного риска по заражению туберкулезом.

Как представляется, по количеству содержания CD-клеток у таких больных

целесообразно выделить следующие группы диспансерного наблюдения:

1). группа относительно низкого риска (CD_4 больше 500 кл/мл (риск заражения туберулезом существенно не отличается от такового у заключенных, не имеющих ВИЧ-инфекции).

2). группа среднего риска (CD_4 350-500 кл/мл) - риск заражения увеличивается на 50-70% в зависимости от срока пребывания в учреждениях пенитенциарной системы, особенно если больной не получает препараты АРВТ, что также приводит к дальнейшему снижению иммунного статуса.

3). группа высокого риска (CD_4 составляет 200-350 кл/мл). Вероятность заболевания туберкулезом составляет 70-90%.

4). группа максимального риска (CD_4 менее 200 кл/мл). Вероятность заболевания туберкулезом приближается к 100%.

В этой группе особое внимание следует обратить на пациентов, у которых количество CD_4-клеток составляет менее 100 в мл). Этот контингент больных требует неотложного комплексного обследования в стационаре с целью выявить вероятно уже имеющийся у них туберкулезный процесс, а также - другие вторичные заболевания.

Актуальным остается вопрос: только ли низкий иммунный статус является условием присоединения туберкулезной инфекции, или сама МБТ, развивающаяся у больных с ВИЧ-инфекцией с относительно сохранным иммунным статусом (около 350 кл/мл) является мощным иммуносупрессором,

уничтожающим иммунитет? Из проведенных нами исследований можно с достаточной долей вероятности предположить, что имеет место сочетание этих двух факторов, т.е. синергизма ВИЧ, туберкулеза, и, в 70-80% случаев - вируса гепатита С и/или В.

Таким образом, в пенитенциарной системе ФСИН мы встречаем качественно новый вид сочетанной инфекции с крайне агрессивным течением, протекающем на фоне неблагоприятного преморбидного фона (более 70% больных ВИЧ-инфекцией являются инъекционными потребителями наркотиков). Т.е. иммунодефицит углубляется за счет токсического воздействия наркотических и психоактивных веществ. И когда такой больной попадает в среду, где заболеваемость туберкулезом в 25-28 раз превышает таковую в среднем по Российской Федерации, понятно, что вероятность его не заболеть туберкулезом крайне мала. Эта проблема ставит перед врачами ФСИН качественно новые задачи: как в достаточно специфических условиях пенитенциарной системы наладить комплексное диспансерное наблюдение за такими больными, учитывая дефицит кадров и отсутствие штатов врачей-инфекционистов и фтизиатров в большинстве колоний. Следует особо отметить, что отсутствие достаточного количества врачей-специалистов с каждым годом будет все более заметным на фоне постоянного увеличения больных ВИЧ-инфекцией и неблагоприятной обстановкой по заболеваемости туберкулезом как в по стране, так и в системе ФСИН.

В связи с вышеизложенными положениями считаем целесообразным разработку методических указаний, включающих комплекс обследований и алгоритм ведения больных ВИЧ в условиях пенитенциарной системы.

Как представляется, комплексное обследование должно включать в себя:

1. общий анализ крови;

2. общий анализ мочи;

3. биохиический анализ крови (АЛТ, АСТ, общий белок и его фракции, общий, прямой билирубин, щелочная фосфатаза, амилаза, глюкоза, креатинин, мочевина, мочевая кислота);

4. антитела к вирусным гепатитам;

5. генотипирование выявленного гепатита и ПЦР;

6. определение CD-клеток и вуирусной нагрузки;

7. иммунограмма;

8. определение антител методом ИФА к токсоплазме, пневмоцистной пневмонии, герпесу, цитомегаловирусной инфекции;

9. диаскин-тест;

10. бактериоскопия мокроты на МБТ (трехкратно) + посев;

11. ПЦР мокроты на БТ;

12. УЗИ органов брюшной полости;

13. обзорная рентгенография органов грудной клетки в прямой и боковой проекциях;

14. при наличии патологических изменений в органах грудной клетки, в том числе внутригрудной лимфоаденопатии - компьютерная томография грудной клетки и бронхоскопия с посевом промывных вод;

15. при наличии лимфоаденопатии с явлениями лимфаденита - пункционная биопсия лимфатического узла с микробиологическим и гистологическим исследованием пунктата;

16. осмотр всех больных ВИЧ-инфекцией окулистом (с обязательным осмотром глазного дна), фтизиатром, дерматологом, терапевтом, хирургом, оториноларингологом;

17. формирование по результатам обследования **индивидуальной карты здоровья** пациента с указанием всех выявленных факторов риска, оценка вероятности заражения туберкулезом с передачей ее копии по окончании срока заключения такого больного в гражданскую систему профилактики и борьбы с ВИЧ-инфекцией;

18. диспансерное наблюдение больного должно осуществляться в строгом соответствии с планом обследований. Недопустимо пропускать сроки выполнения обследований на количество CD-клеток и вирусной нагрузки (1 раз в 3 месяца **всем** больным вне зависимости от исходного уровня CD-клеток);

19. обеспечение содержания больных ВИЧ-инфекцией в колониях должно проводиться по индивидуальному режиму (укороченный рабочий день, теплое белье, дополнительные продуктовые передачи и т.д.);

20. при передаче документов больного ВИЧ-инфекцией в систему гражданского здравоохранения необходимо рекомендовать выделение этого контингента больных в отдельную группу диспансерного наблюдения как угрожаемых по развитию осложнений и с более неблагоприятным течением заболевания.

Таким образом, следует признать неблагоприятное воздействие условий содержания в пенитенциарной системе больных ВИЧ-инфекцией. В первую очередь это сопряжено с максимальным риском развития туберкулезного процесса, в том числе МЛУ и ШЛУ, с более злокачественным течением ВИЧ-инфекции (сочетанный иммунодефицит из-за отягощенного преморбидного фона, ВИЧ, ХВГ), с повышением летальности от осложнений ВИЧ-инфекции, с ограниченными возможностями комплексного обследования и лечения (в т.ч. высокотехнологических методов). В эпидемиологическим отношении особенно актуальным является факт, что больной ВИЧ-инфекцией в условиях лишения свободы представляет собой потенциальный, а в ряде случаев и явный (при несвоевременном выявлении) источник распространения туберкулеза.

Все указанные факторы позволяют говорить о принципиально новом явлении в науке о болезнях (нозологии) - **патоморфозе ВИЧ-инфекции в условиях пенитенциарной системы**, который развивается в специфических условиях содержания больных, при воздействии неблагоприятных психологических факторов на фоне соответствующего преморбидного фона.

В связи со сказанным считаем целесообразным изменение условий содержания больных с ВИЧ-инфекцией с момента их заключения под стражу, этапирования и содержания в СИЗО. В частности, необходимо направление таких больных только в те учреждения ФСИН, где есть штатные врачи-инфекционисты и фтизиатры для исключения возможности ухудшения состояния в отсутствие наблюдения врачами-специалистами и снижения риска заражения туберкулезом и позднего его выявления. Указанное связано с тем, что сами больные ВИЧ-инфекцией могут являться источником распространения туберкулеза вследствие реактивации скрыто протекающего у них туберкулезного процесса (особенно у заключенных со второй и последующими судимостями).

Глава 2. ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ

Учитывая то, что ВИЧ-инфекция – это сравнительно недавно возникшая нозология, вопросы кратко и долгосрочного прогнозирования жизнеугрожающих осложнений ВИЧ и prognosis quat vitam при ВИЧ-инфекции на сегодня разработаны явно недостаточно [В.К.Веревщиков, 2004, Мазус А.И., 2009]. Между тем, накопившийся фактический материал и данные лонгитудинальных клинических исследований позволяют сделать определенные выводы в отношении разработки прогностических моделей при ВИЧ-инфекции [Троценко О.Е. и соавт., 2004]. Как показывает анализ литературы, прогнозирование при ВИЧ-инфекции затрагивает в основном три аспекта проблемы. Первое: это разработка систем, позволяющих определять прогноз клинического состояния больного, интенсивность и тяжесть протекания болезни (prognosis decursus morbi). В этом случае прогноз опирается, как правило, на клинические данные и результаты иммунологических исследований. Второй аспект касается прогноза распространения эпидемии ВИЧ - инфекции в человеческой популяции (т.н. экстраполяционный прогноз). И третья составляющая – это прогноз эффективности проводимой терапии (prognosis guoad therapia).

Что же касается методологического аппарата, то тут необходимо отметить, что разработчики прогнозов при ВИЧ-инфекции опираются в основном на эмпирический опыт и довольно простые математические модели, в основе которых лежат линейные зависимости (линейная регрессия, индексный метод и т.п.). Между тем, как справедливо отмечалось еще в 80-е годы прошлого века отечественным ученым И.М. Гельфандом и его соавторам [И.М.Гельфанд и соавт., 1989], эффективность линейного подхода в сложных системах невелика, так как он не учитывает всего многообразия сложных цепочек нелинейных

обратных связей, из которых, по существу, состоят эти системы. А отмечающийся в последние годы «рывок» в области моделирования сложных систем (здесь стоит отметить использование генетических алгоритмов, метода нейронных сетей, аппарата нечеткой логики и т.д.), а также - возможность применения компьютерной техники для облегчения трудоемких расчетов, позволяют вывести медицинский прогноз на более высокий, нежели ранее, уровень.

Прогноз болезни (prognosis morbi) при ВИЧ-инфекции затрагивает, как правило, вопросы здоровья отдельных категорий ВИЧ-инфицированных. Так, например, Э. М. Симованьян и В. Б.Денисенко (2011) предлагают методику прогнозирования варианта течения ВИЧ-инфекции у детей. Как считают исследователи, при этом особую роль играют анамнестические сведения как о матери, так и о ребенке. В качестве показателей матери авторы предлагают принимать во внимание наличие или отсутствие: гестоза во время беременности, преждевременных родов, синдрома задержки развития плода. В качестве анамнестических показателей ребенка рассматриваются наличие или отсутствие: отставания в физическом развитии в первый год жизни, перевода на искусственное вскармливание в возрасте младше трех месяцев, инфицирования ВИЧ в возрасте младше одного года, а также – наличие или отсутствие острой ВИЧ-инфекции. У ребенка через 12 месяцев после инфицирования ВИЧ определяется количество CD4-лимфоцитов в крови, а также - наличие или отсутствие: гепатомегалии, спленомегалии, генерализованной лимфаденопатии, дефицита массы тела 10% и более, энцефалопатии, миокардиопатии, нефропатии, анемии, длительной немотивированной лихорадки, локализованных форм бактериальных инфекций, локализованной формы инфекции простого герпеса, локализованной формы кандидоза. Каждому из этих показателей присваивается определенный балл. Баллы суммируют. Как считают исследователи, по сумме баллов можно прогнозировать вариант

течения ВИЧ-инфекции у детей, инфицированных ВИЧ парентеральным путем [Э. М.Симованьян, В. Б. Денисенко, 2011].

Помимо этого авторы предлагают также методику прогноза [Э. М. Симованьян, В. Б. Денисенко, 2010], основанную на учете таких характеристик здоровья и данных анамнеза матери, как возраст, употребление наркотиков, хронический кольпит, хронический метроэндометрит, наличие угрозы прерывания беременности, фетоплацентарной недостаточности, наличие хорионамнионита во время беременности, а также - особенностей протекания родов. Весьма важными являются также такие показатели здоровья ребенка, как задержка внутриутробного развития, наличие врожденных пороков развития, желтуха в периоде новорожденности, пониженная масса тела, внутриутробная инфекция отличная от ВИЧ, кандидоз слизистых оболочек, острые респираторные инфекции, пневмония.

В качестве прогностического фактора, помимо учета количества CD4-лимфоцитов, авторы предлагают также рассматривать вирусную нагрузку крови (ВНК) ВИЧ. При этом каждому анамнестическому и клиническому показателю матери и ребенка также присваивают баллы. При определенной сумме баллов можно прогнозировать быстрый вариант течения ВИЧ-инфекции у детей, инфицированных ВИЧ вертикальным путем. Как считают авторы, предлагаемый способ прогноза повышает достоверность клинического предвосхищения варианта течения ВИЧ-инфекции [Э. М.Симованьян, В. Б. Денисенко, 2010].

Л. Ф.Скляр, Е.В. Маркелова и С.А. Сотниченко предлагают систему прогноза, направленную на определение эффективности антиретровирусной терапии при ВИЧ-инфекции [Л. Ф.Скляр, Е.В. Маркелова, С.А.Сотниченко, 2009]. Для этого методом твердофазного иммуноферментного анализа определяется уровень цитокинов в плазме крови. При определенных показателях растворимого рецептора белка 75 фактора некроза опухоли альфа,

растворимого рецептора белка 55 фактора некроза опухоли альфа и растворимого рецептора интерлейкина-6 прогнозируют благоприятное клиническое течение ВИЧ-инфекции через 1-3 месяца от начала антиретровирусной терапии.

Ю.М. Амбалов, Л.П. Сизякина и С.Д. Перепечай (2007) предлагают прогнозировать интенсивности патологического процесса у больных ВИЧ-инфекцией учитывая количественное содержание CD4, CD8, CD16, CD20 лимфоцитов и циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) [Ю.М.Амбалов, Л.П. Сизякина, С.Д.Перепечай, 2007]. Авторы выделяют контрольные уровни концентрации CD4, CD20 а также - ЦИК, наблюдающихся при генерализованной лимфоаденопатии (ГЛАП) или стадии «пре-СПИД», при которых с вероятностью 99,0% можно прогнозировать быстрое прогрессирование заболевания. Превышение определенных уровней CD8 и CD16 по данным авторов также позволяет с вероятностью 95,5% прогнозировать быстрое течение заболевания [Ю.М.Амбалов, Л.П.Сизякина, С.Д.Перепечай, 2007].

Л.П. Сизякина и И.И. Андреева (2005) предлагают определять прогноз стадии ВИЧ-инфекции на основании иммунологических данных. При этом методом иммуноферментного анализа необходимо протестировать сыворотку крови и определить: оптическую плотность исходного образца сыворотки а также - оптическую плотность образца сыворотки, инкубированного с раствором изотиоционата натрия. В зависимости от выраженности снижения оптической плотности диагностируют различные стадии ВИЧ-инфекции: генерализованную лимфаденопатию, пре-СПИД и собственно СПИД [Сизякина Л.П. , Андреева И.И. 2005].

Немало работ посвящено также прогнозу распространения ВИЧ-инфекции [Боев Б.В. и др., 1995, Наумов О.Ю., Лузин П.М. 1995, В.В. Табаков и В.В. Никитин, 2007]. Так, например, В.В. Табаков и В.В. Никитин (2007)

предлагают метод прогнозирования уровня заболеваемости ВИЧ-инфекцией в отдельно взятом территориальном образовании. Для этого необходимо знать число ВИЧ-инфицированных лиц в данном регионе за определенный период времени, а также - число потребителей психоактивных веществ (ПАВ). Для прогноза распространения ВИЧ-инфекции надо рассчитать относительный коэффициент числа потребителей ПАВ определенного временного периода к числу потребителей ПАВ предшествующего ему периода. При относительном коэффициенте, выше некого контрольного уровня можно прогнозировать рост уровня заболеваемости ВИЧ-инфекцией, в противном случае - спад уровня заболеваемости ВИЧ-инфекцией в последующий временной период [Табаков В.В. , Никитин В.В., 2007].

Как говорилось выше, большое количество работ, появившихся в последние годы, посвящено проблеме сочетанной инфекции ВИЧ и туберкулеза [Аксенова К.И. и соавт., 2009, Гашенко А.В, 2010, Гринберг Л.М., 2012, Мамаева Л.А. и соавт., 2010, Матвеев А.К., 2008]. При этом отмечается, что присоединение туберкулезной инфекции резко ухудшает прогноз течения заболевания. Однако, на сегодня крайне слабо разработаны математические модели, которые смогли бы отразить подобный прогноз. В данной работе предпринята попытка создания такой модели.

В исследованиях использовались методы корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа, а также- метод построения искусственной нейронной сети. Планирование работы подчинялось правилам двойного, слепого, рандомизированного исследования. Алгоритм исследования соответствовал разработанной ранее методике [Пономарев С.Б., Лещинский Л.А., Русяк И.Г., 2000], успешно реализованной в создании ряда прогностических систем [Лещинский Л.А. и соавт., 1998, 2000, Пономарев С.Б. и соавт., 1998].

Исследуемая группа состояла из 67 ВИЧ-инфицированных мужчин, отбывающих наказание в виде лишения свободы в одном из территориальных органов Федеральной службы исполнения наказаний России. В группу вошли лица, наблюдавшиеся врачом-инфекционистом в течение 2012-2013 годов.

Средний возраст больных равнялся 35±3,3 годам. Средняя длительность болезни составила 8±2,2 года. У 32,2% больных отмечалось сочетание ВИЧ и туберкулеза легких. В анамнезе у большинства наблюдаемых (86,7%) имелись факты инъекционного употребления наркотических веществ. Вирусный гепатит С отмечался в 93,9% случаев, вирусный гепатит В в 6,1% случаев.

У большинства больных отмечался астенический синдром. Так 68,5% больных беспокоила головная боль, у 90,2% наблюдалась быстрая утомляемость, 93,2% больных жаловались на слабость, 64,3% беспокоила повышенная раздражительность. У 55,4% больных отмечалась адинамия, у 55,6% - заторможенность.

У части больных фиксировался диспепсический синдром. На запоры жаловалось 13,2% больных, боли в животе отмечали 77,4%, снижение аппетита – 52,1% больных.

Почти у половины наблюдавшихся отмечался кардиальный синдром. При этом тахикардия наблюдалась у 30,2% больных, аритмия у 29,4%, снижение АД фиксировалось у 39,5%.

Постоянный кашель беспокоил 30,1% пациентов. Повышение температуры тела до субфебрильных цифр отмечалось у 32,3% больных, выше субфебрильных цифр у 26,2%. Артралгии фиксировались у 55,4%, миалгии у 45,3% больных. Увеличение лимфатических узлов наблюдалось в 65,3%. Что касается лабораторных анализов, то СОЭ было повышено у 42,2%, количество лейкоцитов повышено у 3,2%, понижено у 19,4%. Количество лимфоцитов было повышено у 3,4% наблюдавшихся, нейтрофилы были понижены у 6,6%, тромбоциты понижены в 16,8%. АЛТ повышено у 6,4 %, АСТ повышено у 9,1%.

Общий белок повышен у 61,4%, понижен у 12,7% наблюдаемых. Уровень креатинина был повышен у 6,4% пациентов. Количество CD4 лимфоцитов было снижены у 87,8%.

При определении вирусной нагрузи были получены следующие цифры: небольшая вирусная нагрузка (500 – 10 000) – 18,8%, средняя (10 000 – 50 000) – 19%, высокая (50 000 – 100 000) – 0%, очень высокая (более 100 000) – 10%. Вирусная нагрузка не определялась у 42,2%.

Цирроз печени и портальная гипертензия диагностировались у 13,3% пациентов. Диффузные изменения печени и поджелудочной железы встречались у 19,2% больных, гепатомегалия у 6,4%, гепатоспленомегалия -у 10,2%, спленомегалия –в 4,1% случаев, гидронефроз - в 3,2% случаев, лимфаденопатия у 3,4%.

При электрокардиографическом исследовании отмечалась тахикардия (16,8%), синусовая брадикардия (6,1 %), гипетрофия левого желудочка сердца (13,2%), блокада левой ножки пучка Гиса (4,8%).

У 21,5 % пациентов отмечалось быстрое прогрессирование заболевания, которое закончилось летальным исходом в течение года наблюдения в 7,2% случаев.

В фазе предпрогнозной ориентации [И.В.Бесстужев-Лада, 1987] методом случайной выборки было выделены две подгруппы ВИЧ-носителей: подгруппа обучения (30 человек) и подгруппа контроля (37 человек).

Подгруппы были сравнены по всем, принимаемым во внимание показателям. При этом было выяснено, что законы распределения изучаемых случайных величин в обеих подгруппах статистически не отличались и, следовательно, обе подгруппы входили в единую генеральную совокупность. Из этого следует, что проверка прогностической модели на данных контрольной подгруппы была статистически оправдана.

Оценка развития терминальной стадии ВИЧ-инфекции – СПИДа была представлена в пятибалльной шкале. При этом за единицу принималось стабильное состояние больного, а цифре «5» соответствовало стремительное развитие СПИДа.

В начале исследования в информационном массиве, который касался данных обучающей подгруппы, был проведен корреляционный анализ. При этом было выяснено, что ряд показателей находятся в выраженной корреляционной зависимости от исхода болезни. Так, например, имелась корреляция оценки развития СПИДа с температурой тела больного (r=0,46), наличием кашля (r=0,57), адинамией (r=0,63), миалгией (r=0,63), снижением аппетита (r=0,56), размерами печени по Курлову (r=0,65), увеличением затылочных (r=0,64), подчелюстных (r=0,67), подключичных (r=0,58), подмышечных (r=0,51) кубитальных (r=0,58), мезентериальных (r=0,59) и паховых (r=0,63), лимфоузлов. Помимо этого отмечалась достаточно высокая корреляция с наличием и тяжестью туберкулезного процесса (r=0,64) и уровнем CD4+ лимфоцитов (r=-0,56). Вместе с тем, наблюдалась явно недостаточная корреляция с параметрами, которые, казалось бы, должны были свидетельствовать о негативном прогнозе. Это такие показатели, как вирусная нагрузка крови, скорость оседания эритроцитов, число лейкоцитов в кубическом миллиметре крови испытуемого. Таким образом, на первый план выходят именно клинические признаки, которые являются мощными неблагоприятными факторами в определении прогноза развития СПИДа.

В результате расчета формулы множественной регрессии удалось подобрать коэффициенты в итоговой формуле прогноза, которая учитывала такие факторы, как наличие кашля, миалгии, снижение аппетита, увеличение подключичных и паховых узлов, а также – наличие туберкулезного процесса и уровень CD4+ лимфоцитов. При проверке этой математической модели на обучающей подгруппе получен коэффициент корреляции равный 0,88, между

опытным и модельным значениями переменной, идентифицирующей развитие СПИДа. При расчете коэффициента детерминации, который характеризует долю дисперсии признака, объясняемую регрессией, в общей дисперсии изучаемой случайной величины, было получено его значение, равное 0,78. Критерий Фишера равнялся при этом 3,16. Ошибка аппроксимации соответствовала 8,2%.

Несколько худшие результаты были получены при проверке модели на второй (контрольной) подгруппе носителей ВИЧ-инфекции. В этом случае наблюдался коэффициент корреляции r=0,58 (приемлемый результат). При проведении же дисперсионного анализа были получены следующие данные: коэффициент детерминации равнялся 0,34, а критерий Фишера был менее единицы, и равнялся 0,52.

Изложенное заставило исследователей прибегнуть к применению метода, который хорошо зарекомендовал себя при моделировании прогноза в сложных системах: использованию искусственной нейронной сети.

Исходя из того, что стоящая перед исследователями задача носила признаки, характерные для сложной биокибернетической системы: наличие интегральной функция отклика (прогноз развития терминальной стадии ВИЧ-инфекции) и многоконтурная, сложная система аргументов, то для решения поставленной в исследовании задачи был выбран адекватный математический аппарат – искусственная нейронная сеть [С.Б. Пономарев и соавт, 2009]. Необходимо отметить, что на сегодня искусственные нейронные сети широко используются в решении различных практических задач, где применение иных методов моделирования бывает затруднено в силу сложности исследуемых систем.

Известно, что под нейронными сетями понимаются вычислительные структуры, моделирующие процессы, ассоциируемые с работой человеческого мозга [Уоссермен Ф. 1992 г.]. Они представляют собой распараллеленные

системы, состоящие из отдельных простейших процессоров. Эти элементарные преобразователи называются искусственными нейронами. Они являются виртуальными аналогами (моделями) своего биологического прототипа – нейрона коры головного мозга человека [Вороновский Г.А. и соавт., 1997г.]. Отличительной чертой нейронной сети является то, что она, подобно умственной деятельности, способна к процессу обучения путем анализа положительных и отрицательных входных сигналов.

На выходе каждого искусственного нейрона имеется активационная функция $f(S)$, которая преобразует взвешенную сумму входящего сигнала. Активационная функция может иметь разные формы в зависимости от решаемой задачи и выбора исследователей.

В наших исследованиях применялась функция

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\beta \cdot x}} \text{ (классический сигмоид)} \qquad (2.1)$$

где β - некоторый коэффициент.

Одно из свойств сигмоидной функции- простое выражение для ее производной:

$$\frac{df(t)}{dt} = \beta \cdot f(t) \cdot (1 - f(t)), \qquad (2.2)$$

В исследовании был использован метод построения многослойного персептрона, в котором каждый нейрон последующего слоя связан со всеми аксонами нейронов предыдущего слоя или (для первого слоя нейронов), со всеми первичными информационными входами (аргументами).

Обучение сети заключалось в подборе таких значений весов $\omega_{ij}^{(1)}$ и $\omega_{ij}^{(2)}$ для всех слоев сети, чтобы при заданном входном векторе x получить на выходе значения сигналов y_i, которые с необходимой точностью будут совпадать с

ожидаемыми значениями d_i для $i = 1,2,..,M$. При таком подходе выходной сигнал i-го нейрона скрытого слоя можно описать функцией

$$v_j = f\left(\sum_{j=1}^{N} \omega_{ij}^{(1)} x_j\right), \qquad (2.3)$$

где $f(*)$ - активационная функция.

Выходное значение для нейрона лежит в диапазоне [0,1].

Известно, что алгоритм обратного распространения ошибки определяет стратегию подбора весов многослойной сети с применением градиентных методов оптимизации. В настоящее он время считается одним из наиболее эффективных алгоритмов обучения многослойной нейронной сети. В его основе лежит использование целевой функции, формулируемой в виде квадратичной суммы разностей между фактическими и ожидаемыми значениями функции отклика. В случае единичной обучающей выборки (x,d) целевая функция определяется в виде

$$E(\omega) = \sum_{i=1}^{k} (d_i - y_i)^2 . \qquad (2.4.)$$

При большем количестве обучающих выборок j ($j = 1,2,...,p$) целевая функция представляет собой сумму по всем выборкам

$$E(\omega) = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{m} \left(d_{ij} - y_{ij}\right)^2 . \qquad (2.5.)$$

Цель обучения искусственной нейронной сети состоит в таком определении значений весов нейронов каждого слоя, при котором при заданном входном векторе получить на выходе значения сигналов y_i, которые совпадают с задаваемой точностью с ожидаемыми значениями d_i при $i = 1, 2, ..., M$.

Как правило, обучение сети с использованием алгоритма обратного распространения ошибки проводится в несколько этапов. На первом из них обрабатываются данные обучающей выборки x и рассчитываются значения соответствующих сигналов искусственной нейронов сети. При заданном векторе x определяются вначале значения выходных сигналов v_i скрытых слоев, а затем значения y_i, нейронов выходного слоя. После получения значений выходных сигналов y_i становится возможным рассчитать фактическое значение целевой функции $E(\omega)$.

Таким образом, функция активации нейронов в решении нашей задачи была задана в сигмоидальной униполярной форме. В итоге в распоряжении исследователей имелся набор из N элементов $\mathbf{x}_i = (x_0, x_{1q}, x_{2q}, \ldots, x_{Nq})$- входной вектор (клинические и иммунологические признаки), $q = 1..n, i = 1..N$, где x_0=1 соответствовал единичному сигналу поляризации, N – число входных переменных, q – число возможных исходов заболевания. С вектором x были связаны два выходных вектора сети: вектор фактических выходных сигналов $y_j = (y_{1q}, y_{2q}, \ldots, y_{Mq})$ («модельные» исходы заболевания, задаваемые в пятибалльной шкале) и вектор ожидаемых выходных сигналов («реальные» значения исхода ВИЧ-инфекции) $d_j = (d_{1q}, d_{2q}, \ldots, d_{Mq})$, $j = 1..M$, где M – число выходных переменных. Требовалось обучить искусственную нейронную сеть по данным $\langle \mathbf{x}, \mathbf{d} \rangle$ при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$. Критерием остановки обучения нейронной сети являлось достижение максимального значения коэффициента корреляции между реальным и моделируемым значениями отклика («реальные» и «модельные» исходы ВИЧ-инфекции). Обучение нейронной сети осуществлялось на обучающей подгруппе пациентов, проверка – на контрольной подгруппе.

Используемая нейронная сеть имела 2 скрытых слоя по 20 и 5 нейронов в каждом из слоев. Задаваемые параметры: $\beta = 0.5$, $\lambda = 0.1$, $\varepsilon = 0.1$. Как было сказано, при обучении нейронной сети использовался метод обратного распространения ошибки со случайным выбором начальных значений параметров сети. Таким образом, параметры сети подбирались эмпирическим образом. Для решения задачи первоначально была построена сеть со структурой 8-20-5-1 (8 входов для $x_1 \ldots x_8$ соответственно, один выходной линейный нейрон, соответствующий значению d функции). Качество обучения оценивалось показателем корреляции между вектором фактических выходных сигналов и вектором ожидаемых выходных сигналов.

Коэффициенты корреляции между вектором фактических выходных сигналов и вектором ожидаемых выходных сигналов вычислялись по формуле

$$r_{jk} = \frac{\sigma_{jk}}{\sqrt{\sigma_{jj} \cdot \sigma_{kk}}}, \qquad (2.6.)$$

где $\sigma_{jk} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_{ij} - x_j)(x_{ik} - x_k)$ - выборочное среднее квадратическое отклонение, $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$ -выборочное среднее.

Для коэффициентов корреляции была проверена гипотеза о значимости коэффициента корреляции, для этого было посчитано значение

$$\gamma = \frac{r_{jk}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - r_{jk}^{\ 2}}}. \qquad (2.7.)$$

Если $\gamma > t_{\alpha/2}(n-2)$, то гипотеза о равенстве нулю коэффициента корреляции отвергалась, в противном случае – не отвергалась.

При использовании нейронной сети для оценки прогноза при ВИЧ-инфекции в сочетании с туберкулезом были получены значимые коэффициенты корреляции : r=0,845 для обучающей выборки, r= 0,761 для контрольной выборки. Таким образом, было построена математическая модель, отражающая

зависимость между основными клиническими и иммунологическими показателями и исходом заболевания при ВИЧ-инфекции. При этом наглядно была продемонстрирована и статистически обоснована высокая степень риска возникновения СПИДа у лиц, страдающих сочетанной ко-инфекцией (ВИЧ+туберкулез) и имеющих соответствующий набор клинических и иммунологических признаков, служащих аргументами при построении искусственной нейронной сети.

Следующий раздел работы касался создания специализированной компьютерной программы, способной, на основании обработки данных конкретного пациента, дать соответствующий прогноз развития терминальной стадии ВИЧ-инфекции.

Надо сказать, что на сегодня, большинство компьютерных разработок, связанных с проблемой ВИЧ-инфекции, носят сугубо прикладной характер и касаются, в основном вопросов учета носителей ВИЧ и анализа медицинских статистических показателей [Т.В.Конышева и соавторы, 2014]. Например, Р.Ш. Алимов, А.А. Балуев, А.С. Естегнеев и В.В. Кулагин (2011) описывают созданную ими систему мониторинга динамики ВИЧ-инфекции, которая содержит связанные посредством информационной и управляющей шин различные блоки, включающие: устройство ввода данных, устройство ввода признаков поиска, блок баз данных, поисковый блок и блок вывода информации. Как отмечают исследователи, применение формализованных историй болезни, диспансерных карт, преобразованных в формат электронных документов, намного повышает эффективность медицинской деятельности, а применение базы данных шаблонов отчетности позволяет представлять исходную информацию в виде сформированных по желанию медиков отчетов, необходимых справок, диаграмм, таблиц и графиков [Алимов Р.Ш., Балуев А.А., Естегнеев А.С., Кулагин В.В., 2011].

В нашем случае предлагаемая система электронного прогноза представляет собой самостоятельный модуль, который может быть подключен, например, к упомянутой выше или подобной ей системе управления. В автоматическом режиме, вычленяя нужную информацию из имеющейся базы данных, подобный модуль способен дополнительно информировать врачей об угрозе развития СПИДа и дать прогноз протекания ВИЧ-инфекции.

Глава 3. КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МОНИТОНГА ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

3.1. Проблема автоматизированного контроля здоровья и мониторинга социально значимых заболеваний: ВИЧ-инфекции и туберкулеза

В настоящее время уделяется большое внимание проблемам разработки комплексных автоматизированных систем для повышения уровня эффективного управления ресурсами предприятия и оптимизации его внутренних процессов. В полной мере указанное касается такого ресурса, как коллективное здоровье членов организованного социума.

Для проектирования автоматизированных систем используются методы системного анализа, такие как абстрагирование и конкретизация, анализ и синтез, индукция и дедукция, формализация и конкретизация, композиция и декомпозиция, макетирование. Для работы с масштабными информационными системами оптимальным методом является объектно-ориентированный подход, при котором большие массивы информации делятся на связанные между собой модули. Применение методов системного анализа позволяет повысить эффективность работы систем управления, оптимизировать процессы принятия решений и обработки информации.

Настоящая глава монографии посвящена организации менеджмента внутренними процессами предприятия с учетом ее сферы деятельности. В нашем случае в качестве такой сферы рассмотрена система оказания специализированной помощи при ВИЧ-инфекции и сопутствующих ей социально значимых заболеваний в уголовно-исполнительной системе.

В целом анализ этой и подобных ей систем направлен на повышение результативности работы, позволяющей руководству принимать наиболее оптимальные решения в отношении управления ресурсами и процессами. Для

повышения эффективности необходимо внедрение электронной системы управления, позволяющей осуществлять динамический контроль с помощью таких современных средств обработки информации как унифицированный язык моделирования, а также использования информационных систем класса CRM.

Здоровье - это ведущий фактор, влияющий на эффективность достижения конечной цели функционирования медицинской информационной системы (МИС). Эта цель– повышение уровня медицинского обслуживания, высокие результаты борьбы с социально-значимыми заболеваниями. Следует особо подчеркнуть, что в экономически развитых странах управление здоровьем рассматривается как один из важнейших методов для минимизации издержек и мотивации работников.

При этом необходимо отметить, что работодатели давно осознали взаимосвязь здоровья сотрудников с их физическим и моральным состоянием, а значит, с производительностью и безопасностью труда. Плохое здоровье работников влечет за собой существенные издержки: высокие расходы на медицинское страхование или непосредственную оплату медицинской помощи; прямые потери производительности, связанные с пропусками рабочего времени по болезни; косвенные потери продуктивности, обусловленные выходом на работу нездоровых сотрудников (снижение выпуска, брак, травматизм); рост текучести кадров. Кроме того, сотрудник со слабым здоровьем, подверженный частым инфекционным заболеваниям, может негативно влиять на здоровье и производительность других людей, работающих рядом с ним. Таким образом, расходы работодателя на программы охраны здоровья можно рассматривать как инвестиции, которые в перспективе позволят сократить другие издержки, а значит, способны принести позитивную отдачу [1].

По данным британской статистической компании «Bupa» больной сотрудник обходится бизнесу куда дороже, чем экономия на условиях труда, а производительность труда здоровых людей выше на 20%. Мировая практика

показывает, что правильно организованное управление здоровьем сотрудников позволяет снизить заболеваемость в коллективе на 40 - 50%, количество дней не трудоспособности на 20%, повысить выявляемость хронических заболеваний - на 10-15% и в результате уменьшить средний срок временной нетрудоспособности на 30% [2].

Наиболее важными заболеваниями, влияющими на качество жизни не только отдельного человека, но и всего социума, являются социально значимые заболевания и заболевания, представляющие опасность для окружающих, перечисленные в постановлении Правительства РФ от 1 декабря 2004 г. N 715 «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих» (с изменениями и дополнениями) [3]. Данные заболевания (с указанием кода заболевания в Международной классификации болезней десятого пересмотра (МКБ-10)) перечислены в таблицах 1 и 2.

Таблица 3.1 –Перечень социально значимых заболеваний

Номер	**Код заболеваний по МКБ-10**	**Наименование заболеваний**
1.	А 15-А 19	Туберкулез
2.	А 50-А 64	Инфекции, передающиеся преимущественно половым путем
3.	В 16; В 18.0; В 18.1	Гепатит В
4.	В 17.1; В 18.2	Гепатит С
5.	В 20-В 24	Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)
6.	С 00-С 97	Злокачественные новообразования
7.	Е 10-Е 14	Сахарный диабет

8.	F 00-F 99	психические расстройства и расстройства поведения
9.	I 10-I 13.9	болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением

Таблица 3.2 – Перечень заболеваний, представляющих опасность для окружающих

Номер	**Код заболеваний по МКБ-10**	**Наименование заболеваний**
1.	B 20-B 24	Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)
2.	A 90-A 99	Вирусные лихорадки, передаваемые членистоногими, и вирусные геморрагические лихорадки
3.	B 65-B 83	Гельминтозы
4.	B 16; B 18.0; B 18.1	Гепатит B
5.	B 17.1; B 18.2	Гепатит C
6.	A 36	Дифтерия
7.	A 50-A 64	Инфекции, передающиеся преимущественно половым путем
8.	A 30	Лепра
9.	B 50-B 54	Малярия
10.	B 85-B 89	Педикулез, акариаз и другие инфестации
11.	A 24	Сап и мелиоидоз
12.	A 22	Сибирская язва

13.	А 15-А 19	Туберкулез
14.	А 00	Холера
15.	А 20	Чума

На сегодняшний день наиболее актуальным вопросом являются проблемы выявления и лечения ВИЧ-инфицированных и больных туберкулезом, а также предотвращения дальнейшего их распространения внутри социума. Обе болезни являются инфекционными заболеваниями и относятся как к социально важным заболеваниям, так и к заболеваниям, представляющим опасность для окружающих. Учитывая высокую концентрацию носителей туберкулеза и ВИЧ в учреждениях уголовно-исполнительной системы и специфические пенитенциарные факторы, способствующие их распространению (скученность, недостаток проветривания и инсоляции, недостаточная санитарная культура контингента, склонность к гомосексуальным отношениям и т.д.), актуальность системного подхода к мониторингу ВИЧ инфекции и туберкулеза в пенитенциарной системе с использованием информационных систем управления класса CRM не вызывает сомнений.

Необходимые обследования для выявления туберкулеза [4,5] (флюорография, бак.посев, микроскопия мокроты, рентгенография грудной клетки) [6] можно формализовать следующим образом (см. рисунок 3.1.)

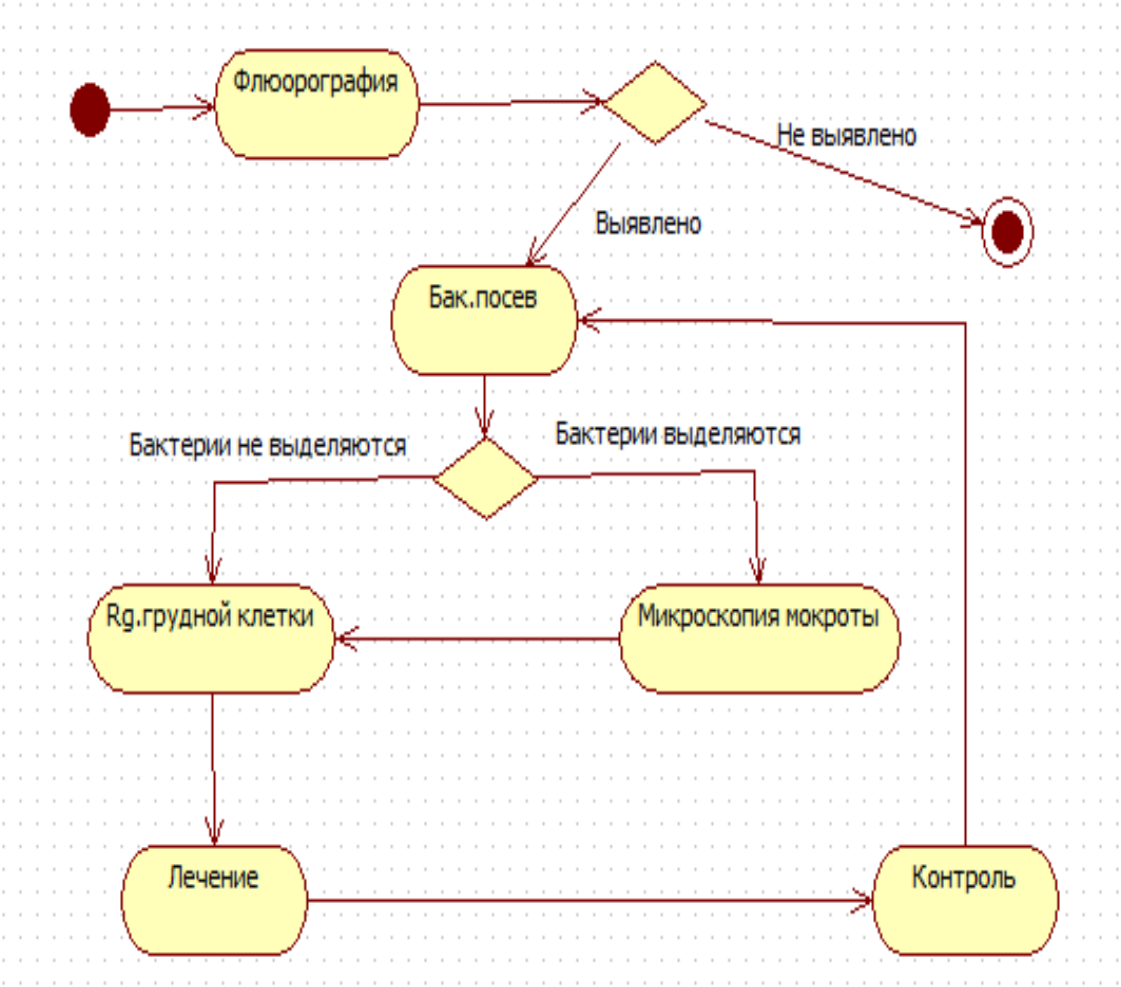


Рисунок 3.1 – Последовательность обследования на туберкулез

ВИЧ-инфекция представляет собой явление, затрагивающее социальные, медицинские, биологические и другие аспекты развития общества и отличающееся динамичностью, нарастающим негативным эффектом. ВИЧ-инфекция сочетает в себе признаки чрезвычайной ситуации и долговременной проблемы, что требует как принятия мер немедленного реагирования, так и разработки системы длительной защиты и противодействия [7, 8].

Последовательность обследования на ВИЧ-инфекцию показана на рисунке 3.2.

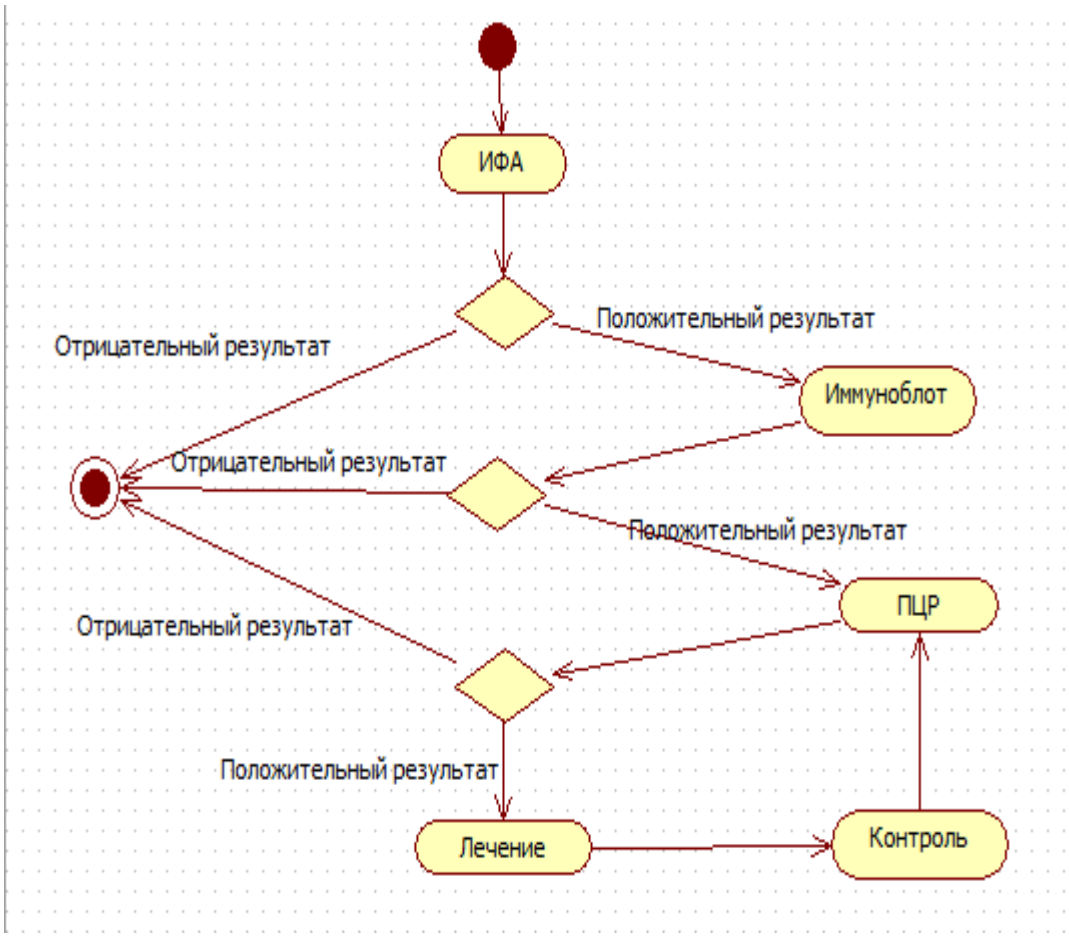


Рисунок 3.2 – Последовательность обследования на ВИЧ-инфекцию

Таким образом, процесс обследования на эти заболевания сводиться к «обобщенному» алгоритму, показанному на рисунке 3.3.

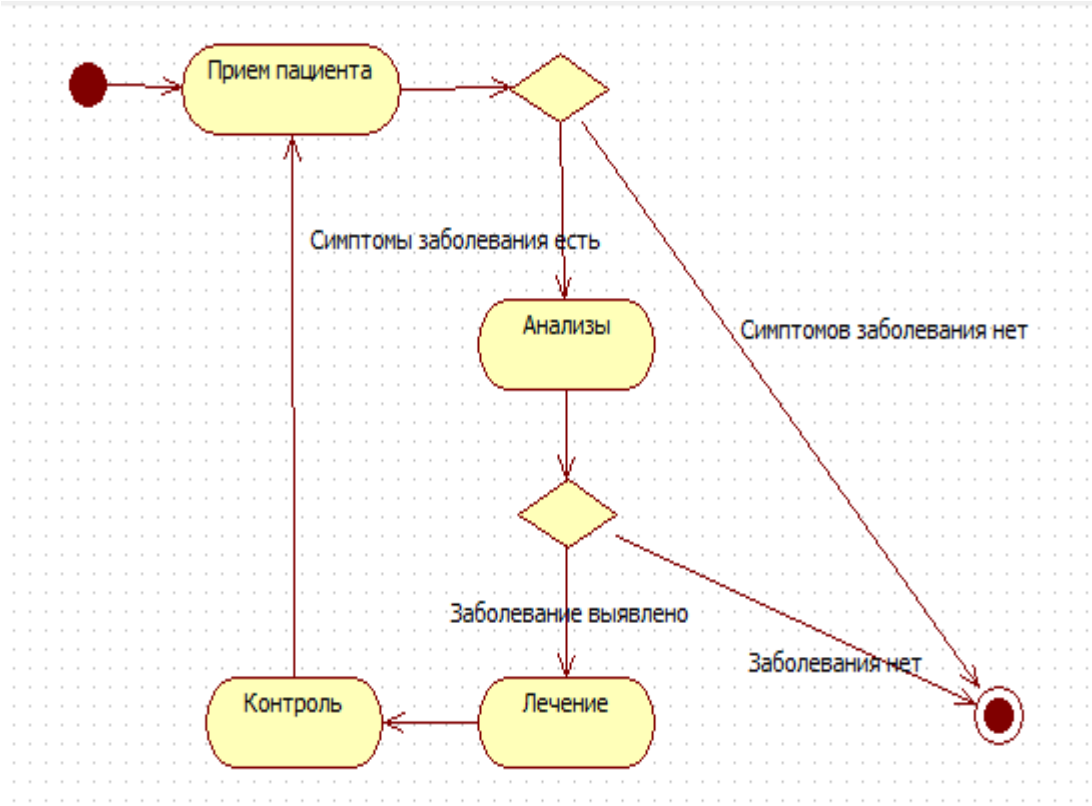


Рисунок 3.3 – Общий алгоритмобследования

Исходя из приведенных алгоритмов, медики работают по схеме, состоящей из однотипных процессов, которые возможно автоматизировать. На рисунке 3.4 представлен алгоритм работы врача с использованием информационной системы.

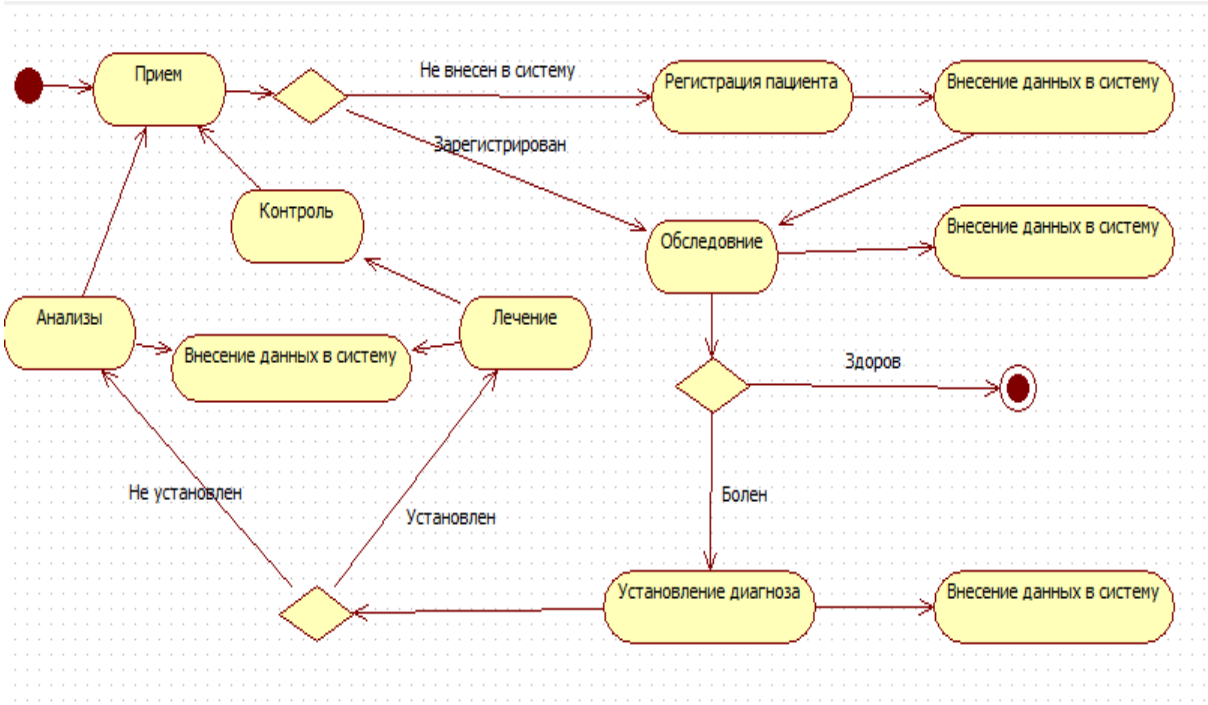


Рисунок 3.4 – Процесс работы медицинского работника

На сегодняшний день существует проблема учета и контроля распространения инфекции и эффективности лечения. Решение данной проблемы позволит более эффективно планировать ресурсы на лечение и принимать своевременные меры по предотвращению распространения инфекции.

Так, например, получение информации об эффективности профилактических программ по отношению к ВИЧ, посвященных снижению новых случаев ВИЧ, которая бы базировалась на данных регистрации случаев СПИДа и исследования распространенности ВИЧ, имеет важные ограничения и может приводить к серьезным проблемам в интерпретации. В противоположность этому, популяционные данные по новым случаям ВИЧ, могут дать информацию по поводу того, являются ли профилактические усилия эффективными, могут ли они снизить, вновь возникающие, случаи инфекции [8].

Существующая система государственной статистической отчетности медицинских служб не позволяет оперативно реагировать на динамично меняющиеся эпидемиологические процессы. Главным образом это связано с тем, что система обеспечивает получение сведений о результатах мониторинга и учета заболеваний только ретроспективно и по ограниченному количеству показателей. Следовательно, принятие управленческих решений при такой ситуации будет все время запаздывать. Для адекватной реакции органов управления системой контроля и учета ВИЧ-инфекции и туберкулеза необходим систематический сбор и оперативной анализ информации. Также для своевременного планирования и получения ресурсов для лечения больных необходим анализ и предоставление информации на уровень управления в режиме реального времени. Поэтому создание постоянно действующей системы контроля здоровья с использованием информационных систем является актуальным на сегодняшний день. При этом создаваемая система должна позволить осуществлять мониторинг по нескольким направлениям одновременно и гибко реагировать на возникающие изменения [10].

3.2.Обзор предметной области– существующие аналоги

По данным Ассоциации развития медицинских информационных технологий в России зарегистрированы сведения о 775 различных программных продуктов для здравоохранения [11]. Для большинства медицинских информационных систем характерно:

- наличие электронной медицинской карты (электронной истории болезни и/или амбулаторной карты);
- наличие модуля статистической и финансовой отчетности;
- наличие средств планирования ресурсов (календари, учет материальных ресурсов ЛПУ, учет нагрузки на персонал);

– наличие основных подсистем, наиболее востребованных при комплексной автоматизации ЛПУ (диспансеризация, ДЛО, вакцино профилактика, профессиональные осмотры) [12].

В таблице 3.3 приведены разработки и внедрение наиболее известных российских медицинских информационных систем.

Таблица 3.3– Российские медицинские информационные системы [13]

Название	**Город**	**Основные программные продукты**	**Внедрения**
Комплексные медицинские информационн ые системы (КМИС)	Петрозаводск	Карельская медицинская информационная система	109
Master Lab	Москва	MedWork	300
Пост Модерн Текнолоджи	Москва	«Мед Диалог», «Телемедиалог»	305
Крокус консалтинг	Санкт-Петербург	Федеральная типовая МИС, АВИ Medi_Pad, «Интрамед», «Амулет», «Авиценна» side	310
Смарт Дельта Системс	Москва	«Инфоклиника», «Инфодент»	1156

Как видно из данных таблицы, наиболее распространенными медицинским информационными системами на российском рынке являются

продукты московской компании «Смарт Дельта Системс», такие как «Инфоклиника», «Инфодент». За 2010 год количество внедрений этих систем составило 1156, что на порядок выше по сравнению с другими популярными российскими информационными системами.

Медицинская информационная система «Инфоклиника» имеет следующие возможности:

1. Ведение единой базы данных для клиник с разветвленной филиальной структурой.
2. Автоматизация работы регистратуры. Управление временными ресурсами.
3. Ведение документооборота со страховыми компаниями и предприятиями: договора, расчеты, страховые программы.
4. Выставление счетов, отчетность.
5. Поликлиника.
6. Стационар.
7. Оперативный анализ и контроль деятельности клиники.
8. Складской учет материалов – управление запасами.
9. Учет работы служб скорой помощи и оказания помощи на дому.
10. Учет работы клинико-диагностической лаборатории.
11. Статистическая и медицинская отчетность.
12. Аналитический блок.
13. Расчет заработной платы всего персонала.
14. Проведение профилактических осмотров.
15. Ведение больничных листов.
16. Работа с кассовыми аппаратами и считывающими устройствами (дисконтные карты, пропуска).
17. Интеграция с бухгалтерской системой.
18. Система передачи и архивирования изображений (PACS).

«Инфоклиника» предназначена для:

1. Государственных и ведомственных ЛПУ.
2. Органов управления здравоохранением.
3. Коммерческих клиник.

В информационной системе содержаться следующие модули:

1. Базовая версия системы «ИНФОКЛИНИКА».
2. Электронная История Болезни в системе "ИНФОКЛИНИКА".
3. Модуль «Кассовые операции».
4. Модуль «Учет пациентов, обслуживаемых за безналичный расчет».
5. Модуль «Аналитика».
6. Модуль «Склад производственный».
7. Модуль «Склад – торговый».
8. Модуль «Заработная плата».
9. Модуль «Медицинская статистика».
10. Модуль «Профосмотры».
11. Модуль «Стационар».
12. Модуль «Клинико-диагностическая лаборатория».
13. Модуль «Внутрилабораторный контроль качества результатов».
14. Модуль «Прейскуранты подрядчиков».
15. Модуль «Медико –Экономические Стандарты»(МЭС).
16. Модуль «АРМ Главного врача/заведующегоотделением ».
17. Модуль «Операционное расписание».
18. Модуль «Курсы лечения / программы обслуживания».
19. Модуль «Вызовы на дом/скорая помощь».
20. Модуль «Расчетный счет и анализ финансовых результатов».
21. Модуль «Связь с бухгалтерскими системами».
22. Модуль «SMS-информирование».
23. Модуль «Выгрузка расписания в WEB».

24.Система управления сетью филиалов.

Данная система в целом обеспечивает надежность хранения данных, информационную безопасность, эргономику, поддержку стандартов, мультиязычность, работу с внешними лабораторными и диагностическими системами [14]. Интерфейс информационной системы представлен на рисунках 3.5-3.9.

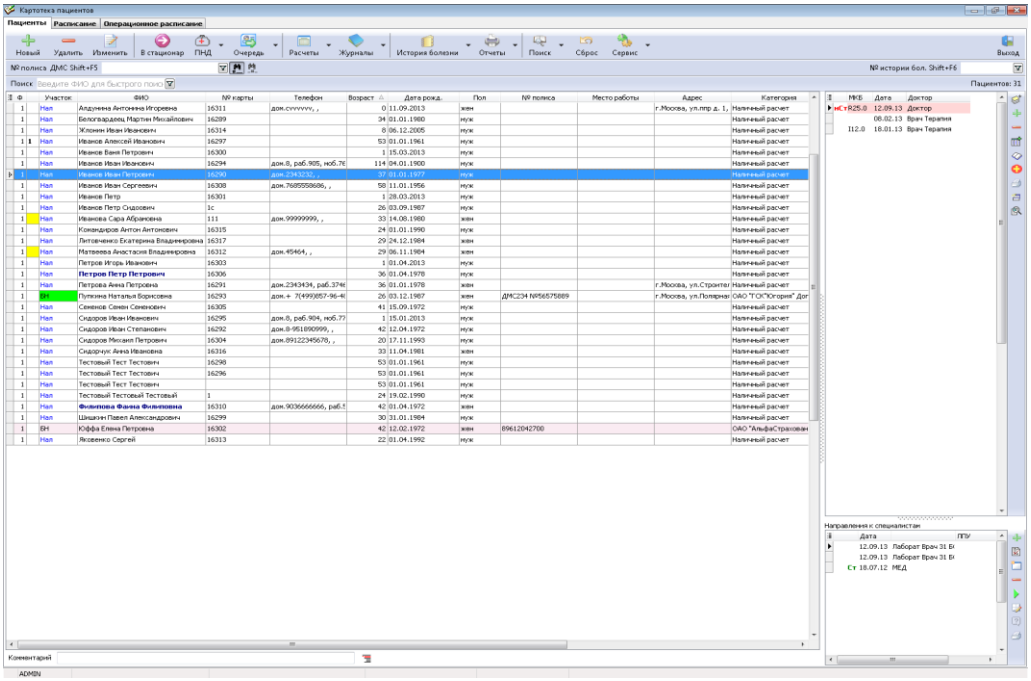
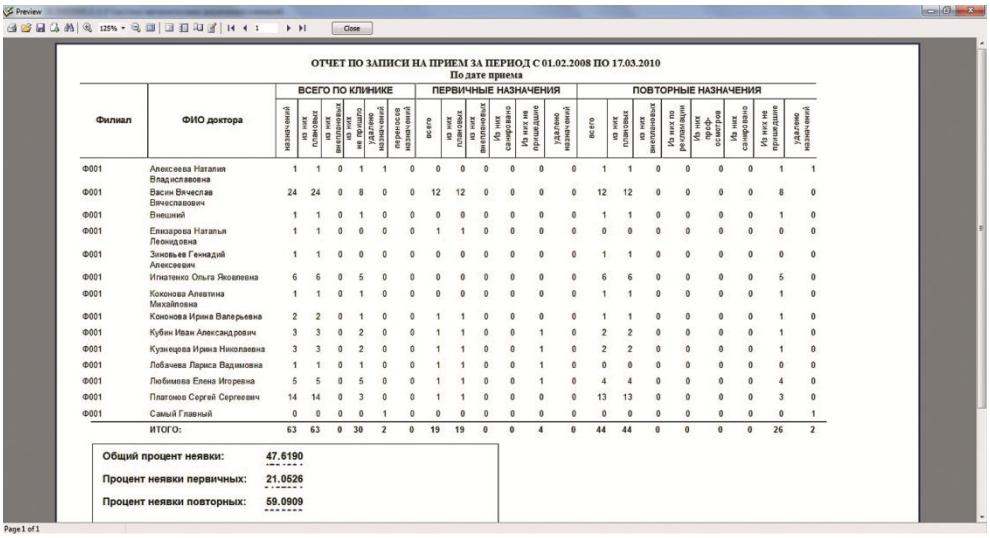


Рисунок 3.5 – Картотекапациентов. МИС «Инфоклиника»



ОТЧЕТ ПО ЗАПИСИ НА ПРИЕМ ЗА ПЕРИОД С 01.02.2008 ПО 17.03.2010

По дате приема

Филиал	ФИО доктора	ВСЕГО ПО КЛИНИКЕ						ПЕРВИЧНЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ						ПОВТОРНЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ							
		назначений	из них плановых	из них внеплановых	не пришло	удалено назначений	перенесов назначений	всего	из них плановых	из них внеплановых	Из них самоправо	Из них не пришедшие	удалено назначений	всего	из них плановых	из них внеплановых	Из них по реклама	Из них проф-осмотров	Из них самоправо	Из них не пришедшие	удалено назначений
Ф001	Алексеева Наталия Владиславовна	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Ф001	Васин Вячеслав Вячеславович	24	24	0	8	0	0	12	12	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	8	0
Ф001	Внешний	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Ф001	Елизарова Наталья Леонидовна	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ф001	Зиновьев Геннадий Алексеевич	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Ф001	Игнатенко Ольга Яковлевна	6	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	5	0
Ф001	Коконова Алевтина Михайловна	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Ф001	Кононова Ирина Валерьевна	2	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Ф001	Кубин Иван Александрович	3	3	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0
Ф001	Кузнецова Ирина Николаевна	3	3	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0
Ф001	Лобачева Лариса Вадимовна	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ф001	Любимова Елена Игоревна	5	5	0	5	0	0	1	1	0	0	1	0	4	4	0	0	0	0	4	0
Ф001	Платонов Сергей Сергеевич	14	14	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	3	0
Ф001	Самый Главный	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ИТОГО:	63	63	0	30	2	0	19	19	0	0	4	0	44	44	0	0	0	0	26	2

Общий процент неявки: 47.6190

Процент неявки первичных: 21.0526

Процент неявки повторных: 59.0909

Рисунок 3.6 – Отчет по работе с пациентами. МИС «Инфоклиника»

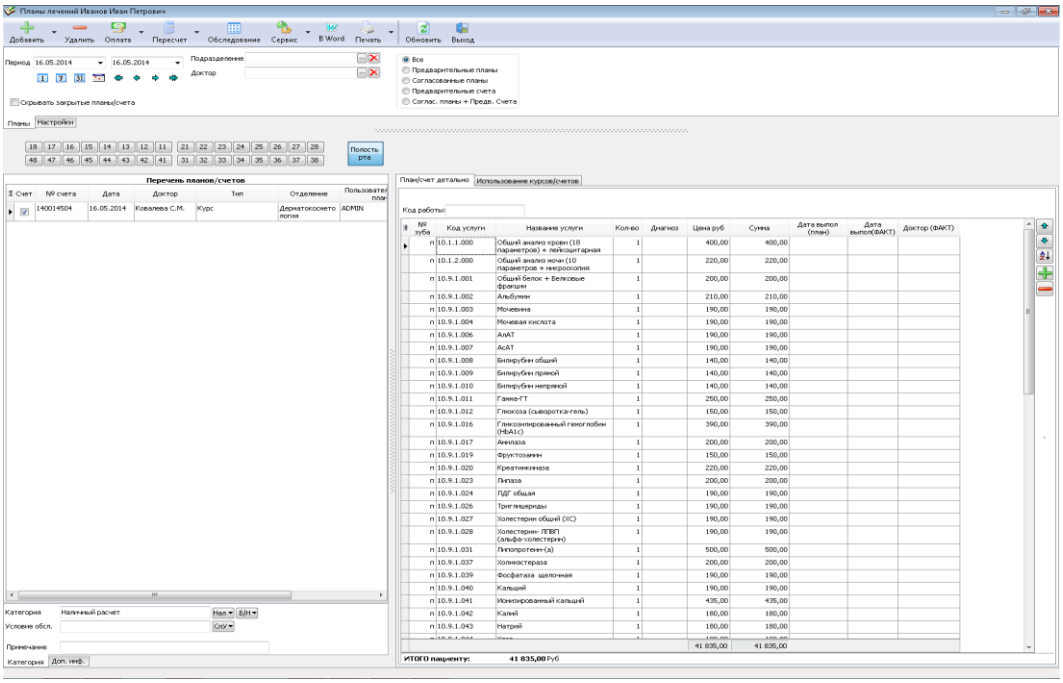


Рисунок 3.7 – План лечения пациента. МИС «Инфоклиника»

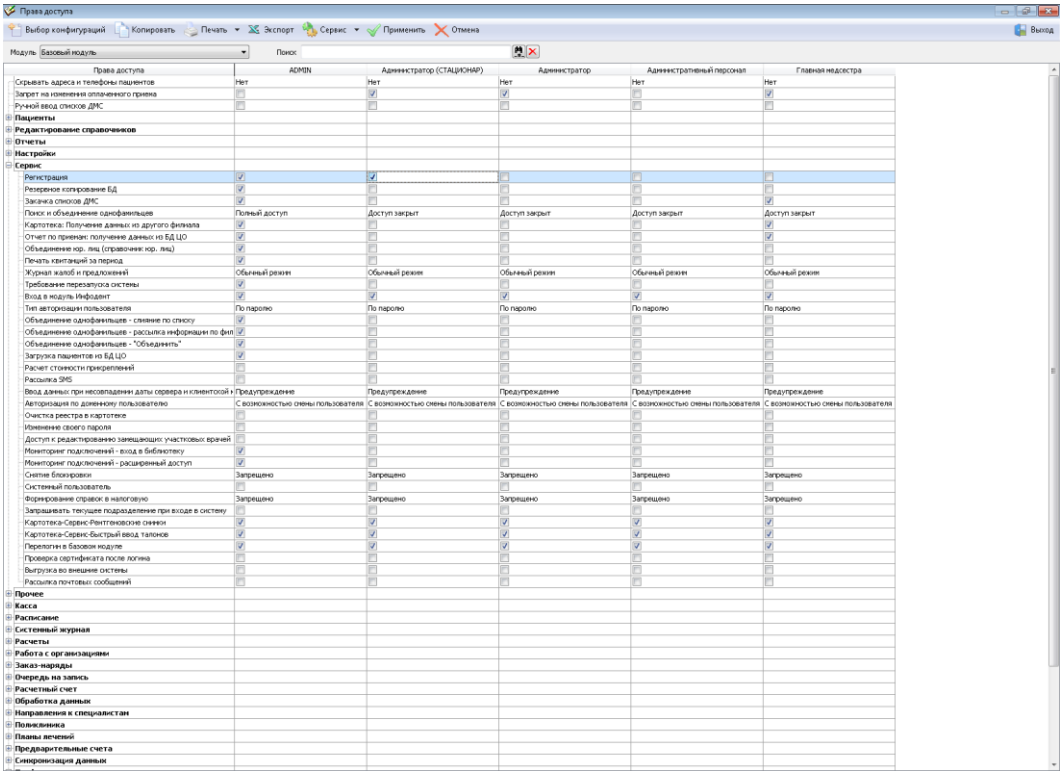


Рисунок 3.8 – Права доступа. МИС «Инфоклиника»

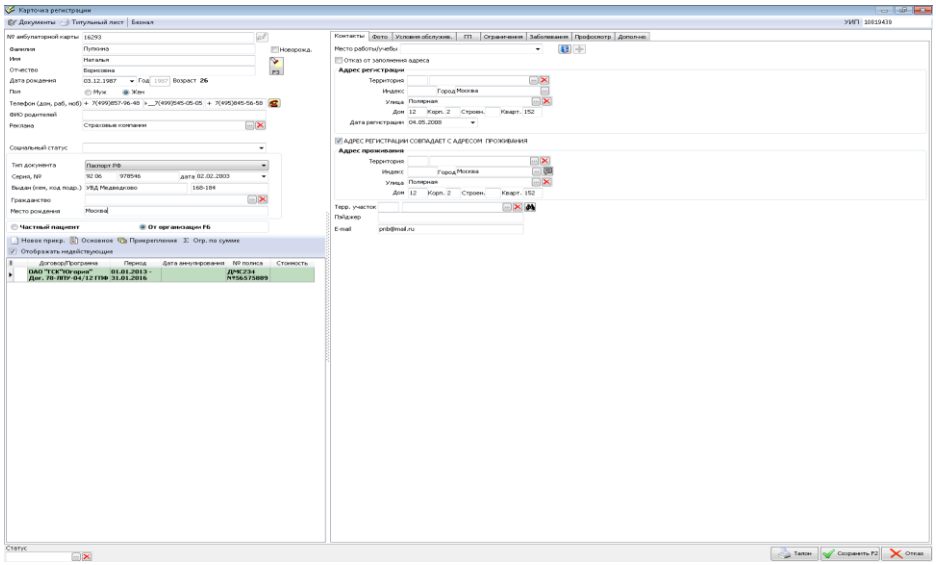


Рисунок 3.9 – Карточка регистрации пациента. МИС «Инфоклиника»

Необходимо отметить, что большинство медицинских информационных систем, подходят исключительно для ведения справочной информации. Предлагаемая авторами медицинская информационная система предназначена как для ведения истории болезни пациента, так и для повышения эффективности работы медицинских служб. Предложенный подход, основанный на объектно-ориентированном анализе позволяет построить расширяемую информационно-аналитическую систему, которая, в принципе, способна вести мониторинг всех присущих анализируемому контингенту заболеваний за счет заложенных в нее возможностей к саморазвитию и обучению.

3.3. Подход, основанный на архитектуре систем управления взаимодействием с клиентами

Информационные системы в сфере здравоохранения характеризуются множеством процессов и требований, основанных на структуре медицинского учреждения и его деятельности. Работа медицинского учреждения состоит из трех основных блоков. Первый блок – диагностика заболевания, лечение,

назначения. Второй блок – медицинский сервис и обслуживание пациента. Третий блок – административно-хозяйственная деятельность клиники, финансы, документооборот, кадры [15].

Структура и тип медицинской информационной системы зависит от ее направленности. Обычно в области сервиса используют CRM-системы, предназначенные для эффективной работы с клиентами. Их внедрение необходимо для поднятия уровня обслуживания пациентов[15].

CRM-система имеет множество преимуществ, обеспечивающих повышение качества обслуживания пациентов. CRM-система используется для автоматизации многих процессов: сбор, распределение, передача и обработка данных. Она позволяет сократить время обработки информации по каждому случаю [15].

Также, CRM-системы позволяют координировать оказание медицинской помощи. Специальные инструменты позволяют разработать процессы, автоматизирующие деятельность различных подразделений медицинского учреждения. Соответственно, повышается операционная эффективность организации. А это способно привести к улучшению результатов лечения пациентов и снижению затрат [15].

Можно привести в пример успешный опыт внедрения CRM-системы новозеландской организацией «Красный Крест». Еще не так давно «Красный Крест» нуждался в централизованной и стабильной системе, играющей роль информационного центра и связующего звена, увеличивая прозрачность бизнес-процессов и объединяющий все его офисы в единую организацию. «Красный Крест» остановился на внедрении Microsoft Dynamics CRM для управления курсами по обучению оказания первой помощи. По мнению представителей компании, отдача от инвестиций в этот проект оказалась феноменальной. Система повысила общую эффективность и согласованность между различными офисами, а также автоматизировала некоторые процессы, позволяя «Красному

Кресту» лучше удовлетворять потребности своих клиентов и управлять бизнесом [15].

С помощью CRM-систем можно значительно улучшить внешние коммуникации. Речь идёт о коммуникациях с пациентами, клиентами, компаниями-заказчиками. Специальные инструменты облегчают процесс разработки и продвижения целевых рекламных кампаний новых услуг и профилактике болезней. CRM-система, в том числе, намного упрощает процесс активного управления пациентами с хроническими болезнями. Теперь персонал медицинского учреждения может объединять пациентов в сегменты. В рамках каждого сегмента можно строить работу с аудиторией и информировать пациентов о предстоящих мероприятиях и способах контроля течения болезни. Автоматизация коммуникаций внутри каждой группы значительно облегчает данный процесс[15].

Как правило, в медицинских учреждениях, уже существует масса ИТ-систем, внедрённых в разное время. Задача в том, чтобы сохранить инвестиции, сделанные ранее. Существующие приложения могут быть интегрированы и расширены при объединении отдельных систем и процессов. Это позволяет повысить ценность сделанных ранее ИТ-инвестиций. Всё это можно сделать с помощью CRM-системы.

Автоматизация рабочих процессов, координация оказания медицинской помощи, активное управление делами пациентов – всё это способно вывести медицинскую организацию на совершенной новый уровень развития и обслуживания клиентов [15].

Медицинские CRM-системы можно использовать для проведения плановых диспансеризаций и ведения хронических больных. Это так называемые системы активного наблюдения за пациентами. Следует понимать, что обычные, «классические» CRM-решения имеют отличную от медицинской задачи специфику. Для медицинской отрасли необходимы специальные,

адаптированные к конкретной нозологии продуктовые решения. Существующие ныне медицинские CRM – это стандартные системы, занимающиеся сбором «обычной» информации о клиенте. Тем временем ключевая особенность настоящей медицинской CRM-системы в том, что она должна быть привязана к конкретной методике лечения. И эту методику нужно использовать так, чтобы она функционировала, опираясь на логику конкретных моделей обслуживания пациента. Кроме того, подобные системы необходимо стыковать с внутренними учетными системами, связывать CRM-модули с электронными медицинскими картами, с экспертными системами [16].

Для разрабатываемой информационной системы был выбран подход основанный на архитектуре информационных систем управления взаимодействием с клиентами, так как он наиболее целесообразен для решения поставленных задач. Услугой, предоставляемой системой, является сбор, хранение, мониторинг и контроль за здоровьем. Предоставление данных услуг невозможно без правильного взаимодействия с клиентами: как с персоналом, так и с руководителями, а также с поставщиком – медицинскими службами. Таким образом, для реализации эффективной работы с поставщиками и клиентами был выбран вариант разработки CRM-системы, основным информационным процессом которой является взаимодействие медицинской службы и предприятия, представленный на рисунке 3.10.

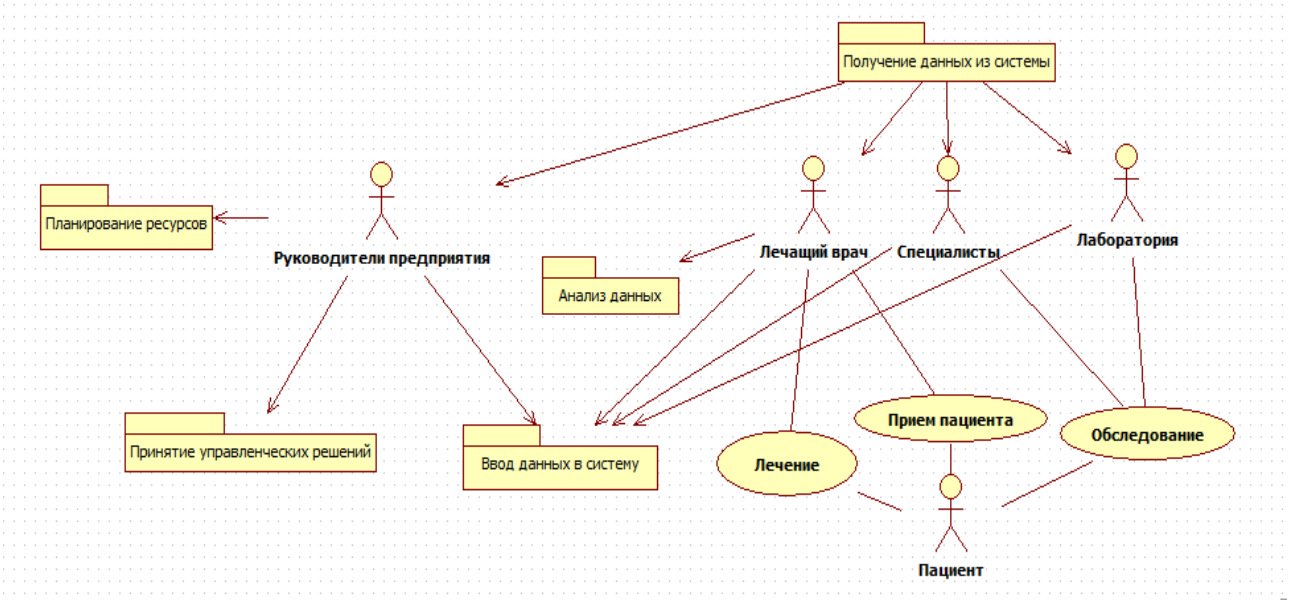


Рисунок 3.10 – Процесс взаимодействия медицинских работников и предприятия с информационной системой

Как видно (см. рисунок 3.10), взаимодействие между медицинскими сотрудниками и руководителями предприятия реализуются через информационную систему. Данное взаимодействие определяет основные модули системы.

Участники взаимодействия: руководство учреждения, медицинские работники и пациенты, которые не взаимодействуют с системой на прямую, а являются лишь объектом исследования и источником данных. В качестве медицинских сотрудников выступают: лечащий врач, специалисты, работники лаборатории.

Базовыми процессами, на основании которых заполняются данные в системе являются:

– прием пациента;

– обследование пациента;

– лечение пациента.

Информация вноситься в систему и обрабатывается, к ней имеют доступ как медицинские сотрудники, так и руководство учреждения, но для каждого из

пользователей определена степень доступа, благодаря чему обеспечивается безопасность информации, а следовательно сохраняется медицинская тайна.

Руководители учреждения запрашивают и получают данные из системы, на основании которых:

– принимают управленческие решения;

– планируют ресурсы на лечение.

Также, они имеют право вносить данные в систему, но эта возможность ограничена правами доступа.

Таким образом, происходит процесс взаимодействия медицинских сотрудников и учреждения с информационной системой.

Глава 4. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

4.1. Разработка модели данных системы

На начальном этапе разработки базы данных необходимо определить ее основные сущности (entity) и связи (relationship), для этого целесообразно провести построение модели данных системы. В ходе анализа предметной области были определены следующие сущности:

1. Пациент.
2. Заболевания.
3. Группа риска.
4. Обследование.
5. Стадия заболевания.
6. Форма заболевания.
7. Симптомы заболевания.
8. Анализы:
   - 8.1. Иммуноблот.
   - 8.2. ИФА.
   - 8.3. ПЦР.
   - 8.4. Флюорография.
   - 8.5. Общий анализ крови.
   - 8.6. Микроскопия мокроты.
   - 8.7. Рентген грудной клетки.
   - 8.9. Бак. посев.
   - 8.10. Биохимический анализ крови.
9. Справочники:
   - 9.1. Международная классификация болезней 10 пересмотра (МКБ-10).
   - 9.2. Лекарственные средства.

10. Модель содержит справочные таблицы, такие как «МКБ-10», «Лекарственные средства», к которым система обращается при медикаментозном назначении и установлении диагноза.

Также, модель содержит идею формализации данных, которая служит одним их инструментов для автоматизации процессов медицинской службы. Формализация данных необходима для медицинской системы так как, существенным недостатком текстового ввода является многовариантность. Важной особенностью текстовых электронных документов является их полиморфизм, который проявляется в том, что одни и те же сведения и факты, содержащиеся в электронном документе, могут быть описаны по-разному и представлены в различной форме: в виде текста, таблицы, графика, диаграммы, схемы, то есть в удобном для восприятия пользователем виде, в контексте конкретной профессиональной задачи. Таким образом, электронный документ является неструктурированным, что до недавнего времени существенно усложняло его анализ с целью извлечения конкретных, содержащихся в нем, данных. Практически единственным способом такого анализа являлась их ручная обработка. Например, для оценки эффективности какого-либо вида лечения требуется проанализировать некоторое количество (десятки и даже сотни) текстовых документов – выписных эпикризов, структурировать, т.е. сгруппировать и оформить в пригодном для дальнейшей обработки виде содержащиеся в них данные, подвергнуть их статистическому анализу и только после этого получить некий результат. Естественно, что такой подход нельзя назвать рациональным [17-23]. Поэтому, в системе необходимо формализовать данные, предоставить информацию в численном виде, создать справочные таблицы с нормами по тем или иным анализам.

Для формализации данных каждая из таблиц анализов связана со справочными таблицами, содержащими нормы значений параметров анализов.

На основе приведенных сущностей было составлено два варианта модели данных, представленных на рисунках 3.1 и 3.2.

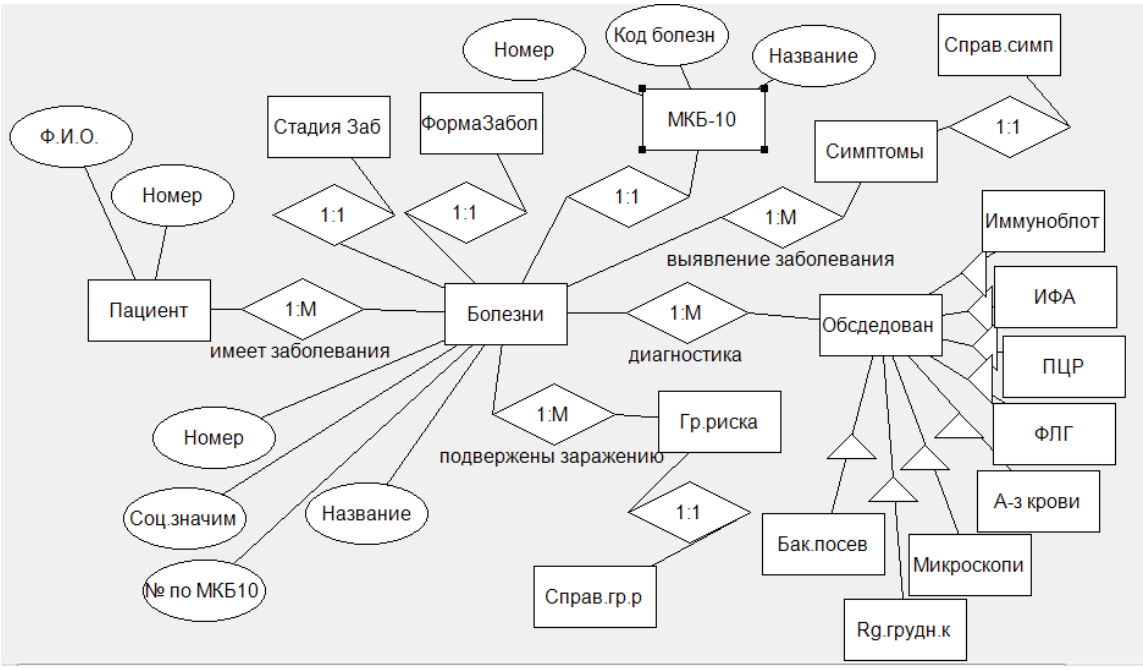


Рисунок 3.1 – Первый вариант модели данных информационной системы

Первый вариант модели данных информационной системы строится вокруг трех основных сущностей: «Пациент», «Болезни», «Обследования». На диаграмме также указаны основные атрибуты сущностей.

Для формализации данных в системе подразумеваются справочные таблицы к каждому из анализов, а также к таким таблицам как «Группа риска», «Симптомы», в которых содержаться данные норм по каждому из анализов и симптомов. Благодаря такой формализации данных система способна автоматически выявлять признаки болезни у пациента, сравнивая данные в заполненных анализах с нормами в справочных таблицах. Таким образом, система автоматизирует не только документооборот медицинской службы, но и процессы, связанные с анализом и обработкой данных.

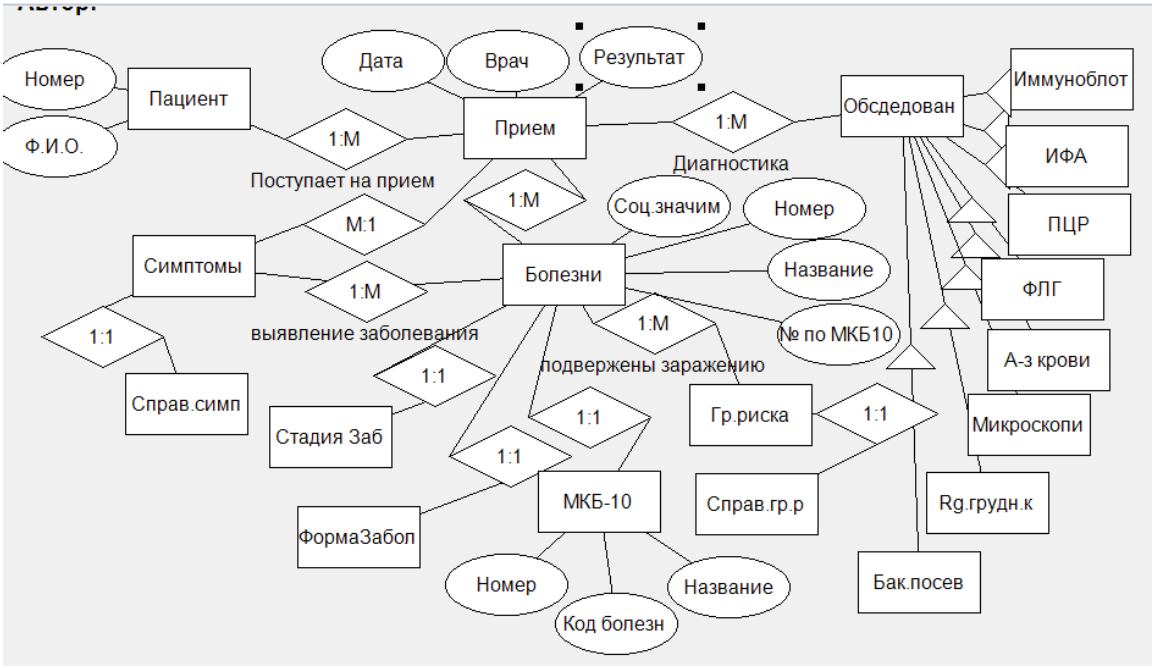


Рисунок 3.2 – Второй вариант модели данных информационной системы

Центральной сущностью второго варианта модели данных, в отличие от первого, является сущность «Прием», то есть каждый прием пациента отмечается по дате, содержит свои анализы, обследования, результаты. Сущности «Пациент», «Заболевания», «Обследования» не связаны напрямую, они имеют связь один-ко-многим с сущностью «Прием», что позволяет, во-первых, сохранить определенную анонимность в отношении медицинских данных, а во-вторых, упорядочить данные анализов и приемов во времени. В остальном модель данных остается без изменений, также, во втором варианте модели сохранена идея формализации данных.

4.2. Описание идентификаторов данных

Ниже представлены основные идентификаторы, позволяющие работать с медицинской информационной системой мониторинга ВИЧ-инфекции.

Таблица 4.1– Рентгенография грудной клетки

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента	Длинное целое
Дата рентгенографии	Дата/время
Положение	Строковый
Количество очагов	Длинное целое
Форма очагов	Строковый
Размер	С плавающей запятой
Интенсивность	С плавающей запятой
Рисунок сосудистый	Строковый
Смещаемость	С плавающей запятой
Орган-локализация снимка	Строковый
Проекция	Строковый
Положение пациента	Строковый

Таблица 4.2 – Нормы результатов рентгенографии грудной клетки

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Положение	Строковый
Количество очагов	Длинное целое
Форма очагов	Строковый
Размер	С плавающей запятой

Интенсивность	С плавающей запятой
Рисунок сосудистый	Строковый
Смещаемость	С плавающей запятой
Орган-локализация снимка	Строковый
Проекция	Строковый

Таблица2.3– Биохимический анализ крови

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента	Длинное целое
Регистрационный номер	Длинное целое
Дата взятия материала	Дата/время
Общий белок	С плавающей запятой
Альбумин	С плавающей запятой
Альбумин	С плавающей запятой
Глобулины	С плавающей запятой
Альфа1	С плавающей запятой
Альфа2	С плавающей запятой
Бета	С плавающей запятой
Гамма	С плавающей запятой
Фибриноген	С плавающей запятой
Остаточный азот	С плавающей запятой
Мочевина	С плавающей запятой
Индикан	С плавающей запятой
Креатинин	С плавающей запятой
Мочевая кислота	С плавающей запятой
Липиды общие	С плавающей запятой

Холестерин общий	С плавающей запятой
Эфиры холестерина	С плавающей запятой
Триглицериды	С плавающей запятой
Фосфолипиды общие ср	С плавающей запятой
Бета-липопротеиды	С плавающей запятой
Билирубин общий	С плавающей запятой
Билирубин связанный	С плавающей запятой
Билирубин свободный	С плавающей запятой
Калий	С плавающей запятой
Натрий	С плавающей запятой
Кальций	С плавающей запятой
Магний	С плавающей запятой
Железо	С плавающей запятой
Хлор	С плавающей запятой
Фосфор неорганический	С плавающей запятой
Аланин-аминотрансфераза	С плавающей запятой
Аспартат-аминотрансфераза	С плавающей запятой
Альфа-амилаза	С плавающей запятой
Фруктозо-1,6-дифосфат альдолаза	С плавающей запятой
Креатинфосфокиназа	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ1	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ2	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ3	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ4	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ5	С плавающей запятой
Фосфатаза кислая	С плавающей запятой
Фосфатаза щелочная	С плавающей запятой

Холинэстераза сывороточная	С плавающей запятой
Глюкоза	С плавающей запятой
Сиаловые кислоты	С плавающей запятой
Серомукоид	С плавающей запятой
Гексозы	С плавающей запятой
Тимоловая проба	С плавающей запятой
Сулемовая проба	С плавающей запятой
Бромсульфалеиновая проба	С плавающей запятой

Таблица 4.4 – Нормы показателей биохимического анализа крови

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Общий белок	С плавающей запятой
Альбумин	С плавающей запятой
Альбумин	С плавающей запятой
Глобулины	С плавающей запятой
Альфа1	С плавающей запятой
Альфа2	С плавающей запятой
Бета	С плавающей запятой
Гамма	С плавающей запятой
Фибриноген	С плавающей запятой
Остаточный азот	С плавающей запятой
Мочевина	С плавающей запятой
Индикан	С плавающей запятой
Креатинин	С плавающей запятой
Мочевая кислота	С плавающей запятой
Липиды общие	С плавающей запятой

Холестерин общий	С плавающей запятой
Эфиры холестерина	С плавающей запятой
Триглицериды	С плавающей запятой
Фосфолипиды общие ср	С плавающей запятой
Бета-липопротеиды	С плавающей запятой
Билирубин общий	С плавающей запятой
Билирубин связанный	С плавающей запятой
Билирубин свободный	С плавающей запятой
Калий	С плавающей запятой
Натрий	С плавающей запятой
Кальций	С плавающей запятой
Магний	С плавающей запятой
Железо	С плавающей запятой
Хлор	С плавающей запятой
Фосфор неорганический	С плавающей запятой
Аланин-аминотрансфераза	С плавающей запятой
Аспартат-аминотрансфераза	С плавающей запятой
Альфа-амилаза	С плавающей запятой
Фруктозо-1,6-дифосфат альдолаза	С плавающей запятой
Креатинфосфокиназа	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ1	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ2	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ3	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ4	С плавающей запятой
Изоферменты ЛДГ5	С плавающей запятой
Фосфатаза кислая	С плавающей запятой
Фосфатаза щелочная	С плавающей запятой

Холинэстераза сывороточная	С плавающей запятой
Глюкоза	С плавающей запятой
Сиаловые кислоты	С плавающей запятой
Серомукоид	С плавающей запятой
Гексозы	С плавающей запятой
Тимоловая проба	С плавающей запятой
Сулемовая проба	С плавающей запятой
Бромсульфалеиновая проба	С плавающей запятой

Таблица 4.5– Исследование в ИФА

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента	Длинное целое
Номер направления	Длинное целое
Регистрационный номер	Длинное целое
Код	Строковый
Дата забора крови	Дата/время
Результат на ВИЧ	Логический
Ответственное лицо	Строковый

Таблица 4.6 – Результат

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Результат на ВИЧ	Строковый

Таблица 4.7– Исследования в иммуноблоке

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Номер направления	Длинное целое
Номер пациента	Длинное целое
Дата положительного ИФА	Дата/время
Тип тест-системы	Строковый
Номер серии	С плавающей запятой
Дата положительного в иммуноблоте	Дата/время
Тип тест-системы2	Строковый
Номер серии2	Числовой
Результат иммуноблота	Логический
Ответственное лицо	Строковый

Таблица 4.8– Исследования иммунного статуса

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Дата забора	Дата/время
Дата проведения исследования	Дата/время
Ответственное лицо	Строковый
СД4	С плавающей запятой
СД8	С плавающей запятой
Индекс	Строковый

Таблица 4.9 – Нормы показателей CD 4 и CD 8

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
CD4	С плавающей запятой
CD8	С плавающей запятой

Таблица 4.10– Исследование вирусной нагрузки (анализ методом ПЦР)

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Дата поступления материала	Дата/время
Дата забора крови	Дата/время
РНКПЦР ВИЧ	Строковый
Ответственное лицо	Строковый

Таблица 4.11 – Нормы показателей анализа методом ПЦР

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
РНКПЦР ВИЧ	Строковый

Таблица 4.12– МКБ10

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер родительской записи(FK)	Длинное целое
Название нозологии	Строковый
Код нозологии	С плавающей запятой

Таблица 4.13– Общий анализ крови

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Регистрационный номер	Длинное целое
Дата анализа	Дата/время
Гемоглобин	С плавающей запятой
Эритроциты	С плавающей запятой
Цветовой показатель	С плавающей запятой
Среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците	С плавающей запятой
Ретикулоциты	С плавающей запятой
Тромбоциты	С плавающей запятой
Лейкоциты	С плавающей запятой
Миелоциты	С плавающей запятой
Метамиелоциты	С плавающей запятой
Палочкоядерные	С плавающей запятой
Сегментоядерные	С плавающей запятой
Эозинофилы	С плавающей запятой
Базофилы	С плавающей запятой
Лимфоциты	С плавающей запятой
Моноциты	С плавающей запятой
Плазматические клетки	С плавающей запятой
Скорость оседания эритроцитов	С плавающей запятой
Анизоцитоз	С плавающей запятой
Пойкилоцитоз	С плавающей запятой
Эритроциты с базофильной зернистостью	С плавающей запятой
Полихроматофилия	С плавающей запятой

Тельца жолли кольца кеботта	С плавающей запятой
Эритро- нормобласты(на 100 лейкоцитоы)	С плавающей запятой
Мегалобласты	С плавающей запятой
Гиперсегментация ядер	С плавающей запятой
Токсогенная зернистость	С плавающей запятой

Таблица 4.14– Нормы показателей общего анализа крови

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Гемоглобин	С плавающей запятой
Эритроциты	С плавающей запятой
Цветовой показатель	С плавающей запятой
Среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците	С плавающей запятой
Ретикулоциты	С плавающей запятой
Тромбоциты	С плавающей запятой
Лейкоциты	С плавающей запятой
Миелоциты	С плавающей запятой
Метамиелоциты	С плавающей запятой
Палочкоядерные	С плавающей запятой
Сегментоядерные	С плавающей запятой
Эозинофилы	С плавающей запятой
Базофилы	С плавающей запятой
Лимфоциты	С плавающей запятой
Моноциты	С плавающей запятой
Плазматические клетки	С плавающей запятой
Скорость оседания эритроцитов	С плавающей запятой
Анизоцитоз	С плавающей запятой

Пойкилоцитоз	С плавающей запятой
Эритроциты с базофильной зернистостью	С плавающей запятой
Полихроматофилия	С плавающей запятой
Тельца жолли кольца кеботта	С плавающей запятой
Эритро- нормобласты(на 100 лейкоцитоы)	С плавающей запятой
Мегалобласты	С плавающей запятой
Гиперсегментация ядер	С плавающей запятой
Токсогенная зернистость	С плавающей запятой

Таблица 4.15 – Пациенты

Название поля	**Тип**
Номер пациента**(PK)**	Длинное целое
Фамилия	Строковый
Имя	Строковый
Отчество	Строковый
Дата рождения	Дата/время
Пол	Строковый
№ ИНН	Длинное целое
Рост	Длинное целое
Вес	Длинное целое
Дата приема	Дата/время

Таблица 4.16– Врач

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Фамилия	Строковый
Имя	Строковый

Отчество	Строковый
Специализация	Строковый

Таблица 4.17– Лекарственные средства

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Название препарата	Строковый
Единицы измерения	Строковый

Таблица 4.18– Стадии заболевания

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер заболевания	Длинное целое
Стадия ВИЧ	С плавающей запятой
Стадия туберкулеза	С плавающей запятой
Осложнения	Строковый

Таблица 4.19– Фазы ВИЧ

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Фаза ВИЧ	Текстовый

Таблица 4.20 – Флюорография

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Результат	Логический

Затемнения	Строковый
Ответственное лицо	Строковый

Таблица 4.21– Микроскопия мокроты

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Результат	Логический
Количество бацилл	Длинное целое
Ответственное лицо	Строковый

Таблица 4.22– Норма количества бацилл в мокроте

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Количество бацилл	Длинное целое

Таблица 4.23– Бак. посев

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Результат	Логический
Количество бацилл	Длинное целое
Ответственное лицо	Строковый

Таблица 4.23– Норма количества бацилл при анализе на бак. посев

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое

Количество бацилл	Длинное целое

Таблица 4.24– Прием

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Номер врача(FK)	Длинное целое
Время приема	Дата и время
Направление	Строковый

Таблица 4.25– Пол

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Пол	Type Gender=(Men;Women)

Таблица 4.26– Группа риска

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер заболевания(FK)	Длинное целое
Номер категория(FK)	Длинное целое
Степень риска	С плавающей запятой

Таблица 4.27– Заболевание

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер приема(FK)	Длинное целое

Номер по МКБ10	Длинное целое
Название	Строковый
Дата установления	Дата и время

Таблица 4.28– Анализы

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер доктора(FK)	Длинное целое
Номер приема(FK)	Длинное целое
Датаанализа	Дата и время
Название	Строковый

Таблица 4.29 – Симптомы

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Номер заболевания(FK)	Длинное целое
Номер пациента(FK)	Длинное целое
Температура	С плавающей запятой
Рост	С плавающей запятой
Вес	С плавающей запятой
Пульс	С плавающей запятой
Артериальное давление	С плавающей запятой

Таблица 4.30 – Нормы показателей общего состояния здоровья

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Температура	С плавающей запятой

Рост	С плавающей запятой
Вес	С плавающей запятой
Пульс	С плавающей запятой
Артериальное давление	С плавающей запятой

Таблица 4.31 – Категории

Название поля	**Тип**
Номер**(PK)**	Длинное целое
Название	Строковый

4.3. Схема данных информационной системы

При разработке базы данных использовалась реляционная модель данных [25]. Модель данных состоит из следующих основных компонентов:

1. Структурная составляющая. Данные в базе данных представляют собой набор отношений.
2. Составляющая целостности. Таблицы отвечают определенным условиям целостности. РМД поддерживает декларативные ограничения целостности уровня типа данных, уровня отношения и уровня базы данных.
3. Составляющая манипулирования. РМД поддерживает операторы манипулирования отношениями (реляционная алгебра, реляционное исчисление) [25].

Особенности модели:

- модель является логической, то есть отношения являются логическими (абстрактными), а не физическими (хранимыми) структурами;
- для реляционных баз данных верен информационный принцип: все информационное наполнение базы данных представлено одним и только одним способом, а именно – явным заданием значений атрибутов в кортежах отношений; в частности, нет никаких указателей (адресов), связывающих одно значение с другим;
- наличие реляционной алгебры позволяет реализовать декларативное программирование и декларативное описание ограничений целостности, в дополнение к навигационному (процедурному) программированию и процедурной проверке условий [25].

Процесс проектирования реляционных баз данных представляет собой процесс нормализации схем отношений, который достигается приведением отношений к нормальным формам. Нормальная форма– свойство отношения в

реляционной модели данных, характеризующее его с точки зрения избыточности, потенциально приводящей к логически ошибочным результатам выборки или изменения данных. Нормальная форма определяется как совокупность требований, которым должно удовлетворять отношение [25].

Процесс преобразования отношений базы данных (БД) к виду, отвечающему нормальным формам, называется нормализацией. Нормализация предназначена для приведения структуры БД к виду, обеспечивающему минимальную логическую избыточность, и не имеет целью уменьшение или увеличение производительности работы или же уменьшение или увеличение физического объема базы данных. Конечной целью нормализации является уменьшение потенциальной противоречивости хранимой в базе данных информации [25]. Нормализованная структура данных представлена на рисунке 4.3.

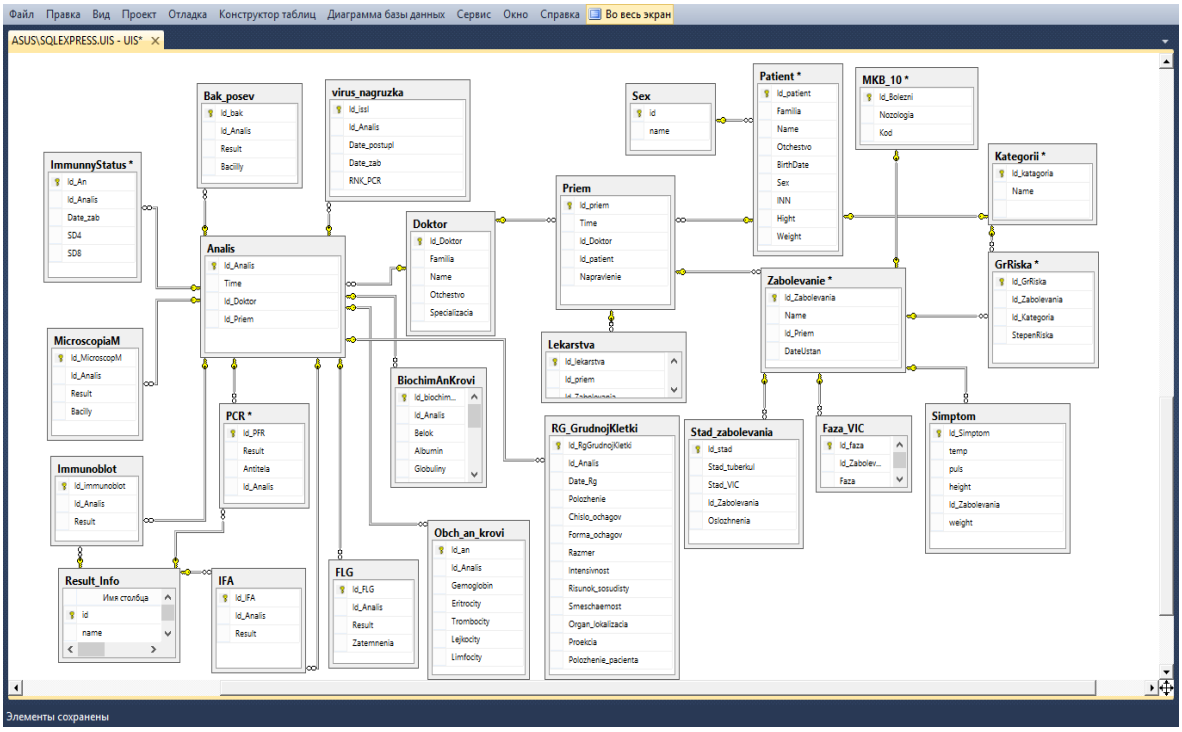


Рисунок 4.3 – Структура базы данных

Базы данных состоит из 16 операционных таблиц и 15 справочных таблиц. Среди справочных таблиц присутствуют таблицы, содержащие в себе данные о нормах показателей различных анализов.

Таблица «Прием» связана с таблицами «Лекарства», «Заболевания» отношением один-ко-многим. Таблица «Заболевания» связана с таблицами «Стадии заболевания», «Группа риска», «Формы ВИЧ», «Симптомы» отношением один-ко-многим, а со справочной таблицей «МКБ-10», в которой содержится информация по болезням, – один-к-одному. Таблица «Пациенты» связана с операционной таблицей «Прием» связью один-ко-многим, со справочными таблицами «Категории» и «Пол» один-к-одному. Таблица «Доктора» связана с таблицами «Анализ» и «Прием» отношением один-ко-многим. Таблица «Анализы» связана с таблицами «Иммунный статус», «Микроскопия мокроты», «Иммунноблот», «Бак.посев», «Вирусная нагрузка», «ИФА», «Флюорография», «Общий анализ крови», «Биохимический анализ крови», «Рентгенография грудной клетки» отношениями один-ко-многим. Таблицы «ИФА», «Вирусная нагрузка», «Иммунноблот» имеют связь со справочной таблице «Результат».

Также, база данных содержит справочные таблицы с нормами показателей необходимых анализов, то есть для каждой таблицы анализов существует таблица с нормами. Данные таблицы необходимы для формализации данных, они связаны с операционными таблицами не структурно, а по средствам SQL-запросов. То есть система, отвечая на запрос, сравнивает данные в операционных таблицах анализов с данными в справочных таблицах с нормами показателей, и на основе этих отношений делает выводы о заболевании пациента, которые заносятся в отдельную таблицу.

Глава 5. АВТОМАТИЗИРУЮЩАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

5.1. Реализация взаимодействия сервера с базой данных

Для создания, модификации и удаления данных в реляционных базах данных используется формальный непроцедурный язык SQL (Structured Query Language) [26].

SQL (structured query language – «структурированный язык запросов») – непроцедурный язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в произвольной реляционной базе данных, управляемой соответствующей системой управления базами данных (СУБД) [26].

SQL является декларативным языком, который описывает результат выполнения операции, но не описывает метод его получения, поэтому само исполнение отдельных команд возлагается непосредственно на СУБД. Такой подход определяется самой идеей концепцией реляционных баз данных: СУБД рассматривается как «черный ящик», то есть пользователь не имеет доступа к процессам внутри него, он может лишь вносить в базу данных необходимые изменения, получать ответы на запросы и так далее. Язык SQLсам определяет, где находятся данные, индексы, какие наиболее эффективные последовательности операций следует использовать для получения результатов, и поэтому указывать эти детали в запросе к базе данных не требуется. SQL на сегодняшний день получил широкое распространение и фактически является стандартным языком реляционных баз данных [26].

Язык SQL может применяться в форме одной из трех прикладных реализаций:

1. Интерактивный (или автономный) SQL дает возможность пользователям непосредственно извлекать информацию из базы или записывать в нее данные. Информация, получаемая по запросу SQL, может быть выдана на экран, переадресована в файл или на принтер.
2. Статический SQL позволяет записать фиксированный исполняемый код SQL, он обычно используется в приложениях на процедурных языках.
3. Динамический SQL дает возможность генерировать код SQL во время исполнения приложения и используется вместо статического SQL в тех случаях, когда при разработке приложения необходимый код SQL еще не может быть определен или зависит от того, какой выбор сделает пользователь.

Основные категории команд языка SQL:

- DDL – язык определения данных;
- DML – язык манипулирования данными;
- DQL – язык запросов;
- DCL – язык управления данными;
- команды администрирования данных;
- команды управления транзакциями [26].

Преимущества SQL:

- стандартность– использование языка SQL в программах стандартизировано международными организациями;
- независимость от конкретных СУБД – все распространенные СУБД используют SQL, так как реляционную базу данных можно перенести с одной СУБД на другую с минимальными доработками;
- возможность переноса с одной вычислительной системы на другую– СУБД может быть ориентирована на различные вычислительные системы, однако приложения, созданные с помощью SQL, допускают

использование как для локальных БД, так и для крупных многопользовательских систем;

- реляционная основа языка– SQL является языком реляционных БД. Табличная структура реляционной БД хорошо понятна, а потому язык SQL прост для изучения;
- возможность создания интерактивных запросов– SQL обеспечивает пользователям немедленный доступ к данным, при этом в интерактивном режиме можно получить результат запроса заочень короткое время без написания сложной программы;
- возможность программного доступа к БД – язык SQL легко использовать в приложениях, которым необходимо обращаться к базам данных. Одни и те же операторы SQL употребляются как для интерактивного, так и программного доступа, поэтому части программ, содержащие обращение к БД, можно вначале проверить в интерактивном режиме, а затем встраивать в программу;
- обеспечение различного представления данных – с помощью SQL можно представить такую структуру данных, что тот или иной пользователь будет видеть различные их представления. Кроме того, данные из разных частей БД могут быть скомбинированы и представлены в виде одной простой таблицы, а значит, представления пригодны для усиления защиты БД и ее настройки под конкретные требования отдельных пользователей;
- возможность динамического изменения и расширения структуры БД– язык SQL позволяет манипулировать структурой БД, тем самым обеспечивая гибкость с точки зрения приспособленности БД к изменяющимся требованиям предметной области;
- поддержка архитектуры клиент-сервер – SQL – одно из лучших средств для реализации приложений на платформе клиент-сервер. SQL служит

связующим звеном между взаимодействующей с пользователем клиентской системой и серверной системой, управляющей БД, позволяя каждой из них сосредоточиться на выполнении своих функций.

Недостатки SQL:

- несоответствие реляционной модели данных. Создатели реляционной модели данных Эдгар Кодд, Кристофер Дейт и их сторонники указывают на то, что SQL не является истинно реляционным языком;
- сложность – хотя SQL и задумывался как средство работы конечного пользователя, в конце концов он стал настолько сложным, что превратился в инструмент программиста;
- отступления от стандартов. Несмотря на наличие международного стандарта ANSI SQL-92 многие разработчики СУБД вносят изменения в язык SQL, применяемый в разрабатываемой СУБД, тем самым отступая от стандарта. Таким образом, появляются специфичные для каждой конкретной СУБД диалекты языка SQL;
- сложность работы с иерархическими структурами. Ранее диалекты SQL большинства СУБД не предлагали способа манипуляции древовидными структурами. Некоторые поставщики СУБД предлагали свои решения (например, в Oracle Database использует выражение CONNECT BY). В настоящее время в ANSI стандартизована рекурсивная конструкция WITH из диалекта SQLDB2 [27].

Для функционирования информационной системы (ввод данных для обработки, построение отчетов) составлены соответствующие SQL-запросы.

SQL-запросы разрабатываемой системы:

1. Заполнение информации о пациенте (личные данные, анамнез).
2. Заполнение информации об анализах.
3. Заполнение информации о медицинских работниках.
4. Внесение и актуализация справочных данных.

5. Анализ результатов исследований.

6. Формирование отчетов:

– общий отчет о состоянии здоровья пациентов за определенный период, с фильтром по болезням;

– детализированный отчет по каждому пациенту;

– отчет по проведенным анализам;

– формирование отчетов по деятельности медицинских сотрудников.

Пример одного из реализованных запросов приведен на рисунке 5.1. Данный запрос формирует отчет по трем анализам пациентов на ВИЧ-инфекцию.

Результаты | Сообщения

	PriemTime	Doc_Familia	Patient_Familia	Hight	Weight	sex	PRF_Result	IFA_Result	Immunoblot_Result	ImmunnyStatus_Phase
1	2013-11-01 13:11:01.000	Преображенский	Чехов	175	71	Мужской	Положительный	Положительный	Положительный	2
2	2013-11-01 14:11:01.000	Преображенский	Толстой	178	86	Мужской	Положительный	Отрицательный	NULL	NULL

Рисунок 5.1 – Пример исполнения SQL-запроса

5.2. Информационные системы с архитектурой «клиент-сервер»

Информационные системы по степени «распределенности» подразделяют следующим образом [28-30]:

- настольные или локальные информационные системы, в которых все компоненты находятся на одном компьютере;
- распределенные информационные системы, в которых компоненты распределены по нескольким компьютерам.

Среди распределенных систем выделяют:

- файл-серверные информационные системы
- клиент-серверные информационные системы

В файл-серверных информационных системах база данных находится на файловом сервере, а СУБД и клиентские приложения находятся на рабочих станциях.

В клиент-серверных информационных системах база данных и СУБД находятся на сервере, а на рабочих станциях находятся клиентские приложения.

Клиент-серверные информационные системы разделяют на:

- двухзвенные;
- многозвенные.

В двухзвенных информационных системах всего два типа «звеньев»: сервер баз данных, на котором находятся БД и СУБД, и рабочие станции, на которых находятся клиентские приложения. Клиентские приложения обращаются к СУБД напрямую.

В многозвенных информационных системах добавляются промежуточные «звенья» – серверы приложений. Пользовательские клиентские приложения не обращаются к СУБД напрямую, они взаимодействуют с промежуточными звеньями [29].

Для реализации информационной системы нами использовалась архитектура клиент-сервер многозвенная. Использование данной архитектуры

позволило создавать надежную (в смысле целостности данных) многопользовательскую информационную систему с централизованным сервером приложения и базой данных.

Преимуществами данного типа архитектуры являются:

- отсутствие дублирования кода программы-сервера программами-клиентами;
- низкие требования к рабочим станциям благодаря переносу вычислительной нагрузки на сервер приложений;
- обеспечение условий безопасности и разграничение прав доступа для пользователей;
- простота настройки и обновления клиентского программного обеспечения.

Недостатками данного типа архитектуры являются:

- работоспособность системы зависит от надежности и производительности локально-вычислительной сети;
- поддержка работы системы требует отдельного специалиста – системного администратора;
- высокая стоимость серверного оборудования.

Таким образом, схема архитектуры разрабатываемой информационной системы, представленная на рисунке 5.2., включает в себя рабочие станции клиентов, которые взаимодействуют с сервером системы через локальную вычислительную сеть.

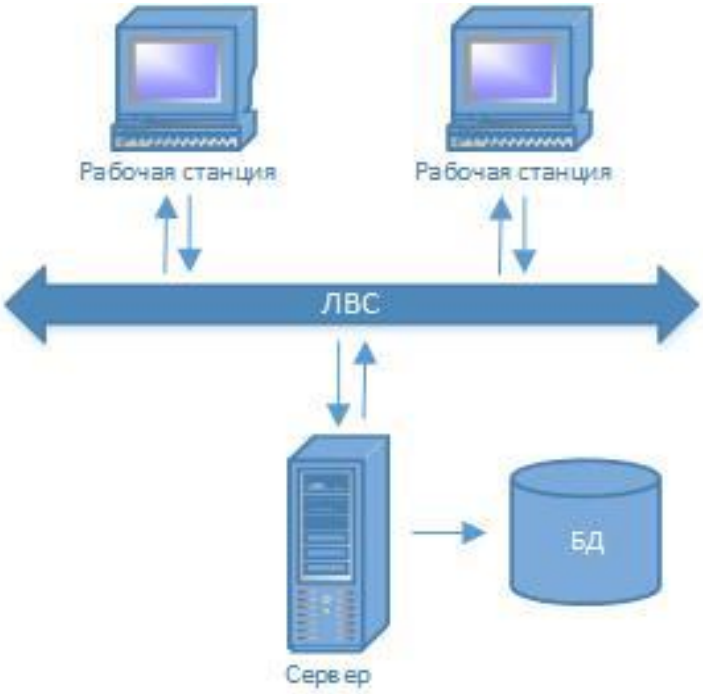


Рисунок 5.2. – Архитектура информационной системы

Рабочие станции предназначены для ввода пользовательских данных, отправки данных запроса на сервер и вывода информации на экран. Локально-вычислительная сеть выполняет функцию коммуникации сервера с рабочими станциями, позволяя клиентским машинам находиться удаленно от сервера. Сервер в свою очередь отправляет запросы базе данных, обрабатывает полученные данные и отсылает их обратно на клиентские рабочие станции.

5.3. Разработка интерфейса информационной системы

Основными принципами построения интерфейса являются [22]:

- интерфейс должен быть интуитивно понятным;
- для упрощения процесса изучения необходима справка. То есть графическая подсказка, объясняющая значение того или иного элемента интерфейса. Полное руководство должно быть частью интерфейса, доступной в любой момент;
- пользователь должен иметь возможность в любой момент вернуться на предыдущую страницу;
- основной принцип: программа должна взаимодействовать с пользователем на основе наименьшей значимой единицы ввода.
- следует с осторожностью предоставлять пользователю возможность, по установке личных настроек.

Разработка интерфейса обычно начинается с определения задачи или набора задач, для которых продукт предназначен. Интерфейс должен быть ориентированным на человека, то есть отвечать нуждам человека и учитывать трудности, с которыми может столкнуться пользователь. Интерфейс должен подразумевать наименьшее возможное количество действий со стороны пользователя.

Работа с информационной системой начинается с входа либо регистрации медицинского работника в системе. Для этого были разработаны страницы «Вход» и «Регистрация» (см. рисунки 5.3 и 5.4).

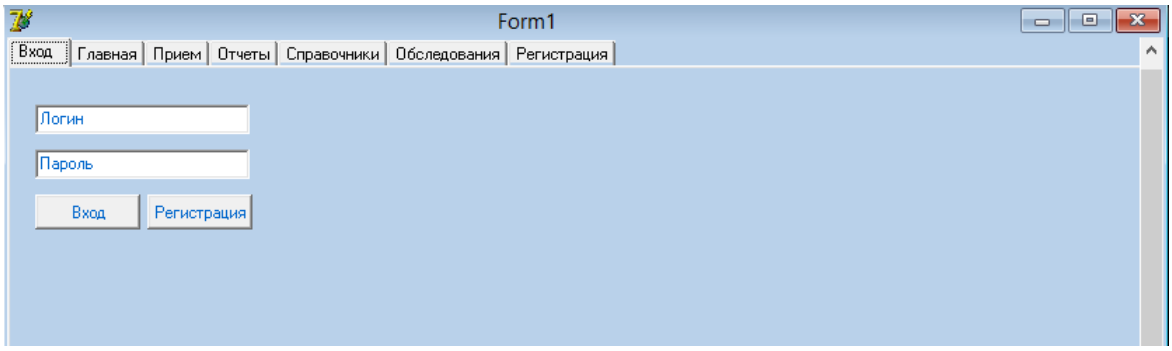


Рисунок 5.3 – Страница «Вход»

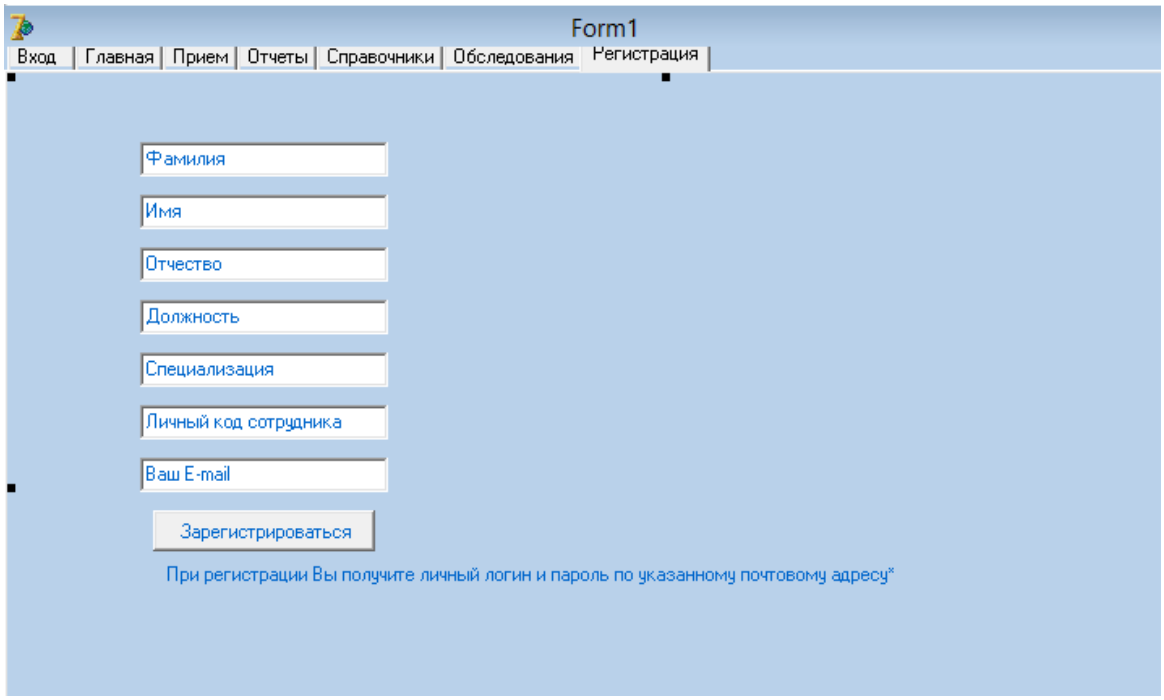


Рисунок 5.4 – Страница «Регистрация»

На этапе технического проектирования было решено разбить интерфейс системы на шесть основных разделов. Первый из них главная страница, с которой начинается работа с информационной системой (рисунок 5.5).

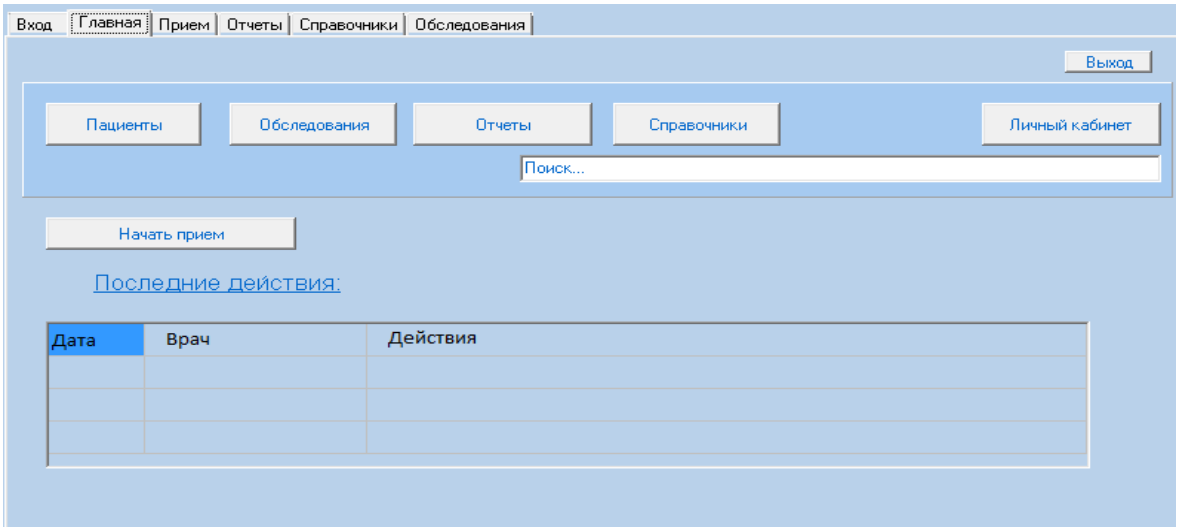


Рисунок 5.5 – Главная страница интерфейса информационной системы

Главная страница содержит помимо стандартного меню и кнопки выхода элемент «Начать прием», который находится отдельно от остальных элементов.

Это сделано для удобства использования – пользователь, попадая на главную страницу, видит этот элемент и начинает работу.

Также, на главной странице присутствует таблица с последними действиями. Через эту таблицу можно продолжить недавно начатую работу. Через ссылку «Последние действия» можно перейти на страницу с более подробным списком и просмотреть все недавние обследования, результаты анализов и другие.

Следующий раздел интерфейса – прием. В данном разделе пользователем заполняются поля приема: жалобы, рекомендации. При необходимости заполняются личные данные пациента: Ф.И.О., паспорт, ИНН, полис. А при полном обследовании заполняется анамнез пациента.

Также на странице прием размещены кнопки «Назначить медикаменты», «Назначить прием у специалистов», «Назначить анализы». Данные кнопки переводят пользователя на страницы, где можно создать направления по стандартным формулярам, и при необходимости распечатать их.

Помимо этого на странице есть кнопка, возвращающая на главное меню. При окончании работы пользователь нажимает на кнопку «Завершить прием», при этом данные, занесенные в поля, записываются в базу данных, а пользователя система возвращает на главную страницу. Кнопка «Завершить прием» выделена красным цветом, чтоб пользователь не забыл ее нажать. Интерфейс представлен на рисунке 5.6.

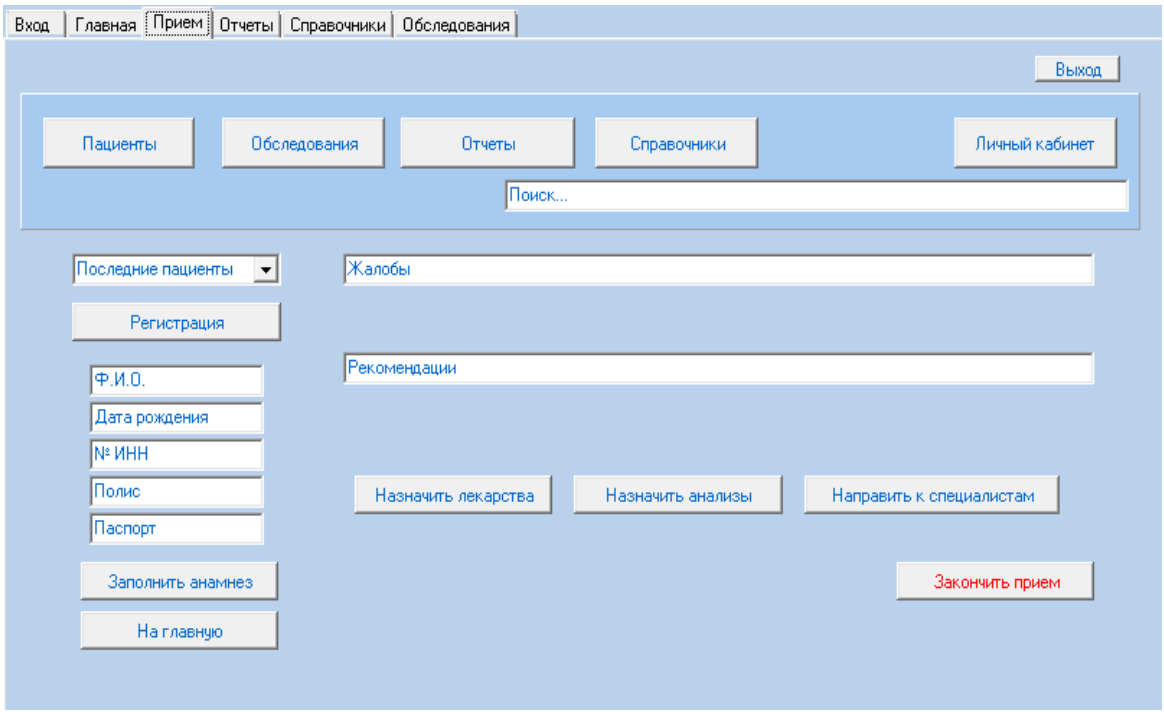


Рисунок 5.6 – Страница «Прием» интерфейса системы

Страница «Обследования» предназначена для назначения анализов пациенту, просмотра динамики анализов, получения результатов анализов. При нажатии кнопки «Назначить анализ», происходит переход на страницу «Анализы», где уже непосредственно можно назначить конкретные анализы, посмотреть детализацию анализов, выводы по результатам.

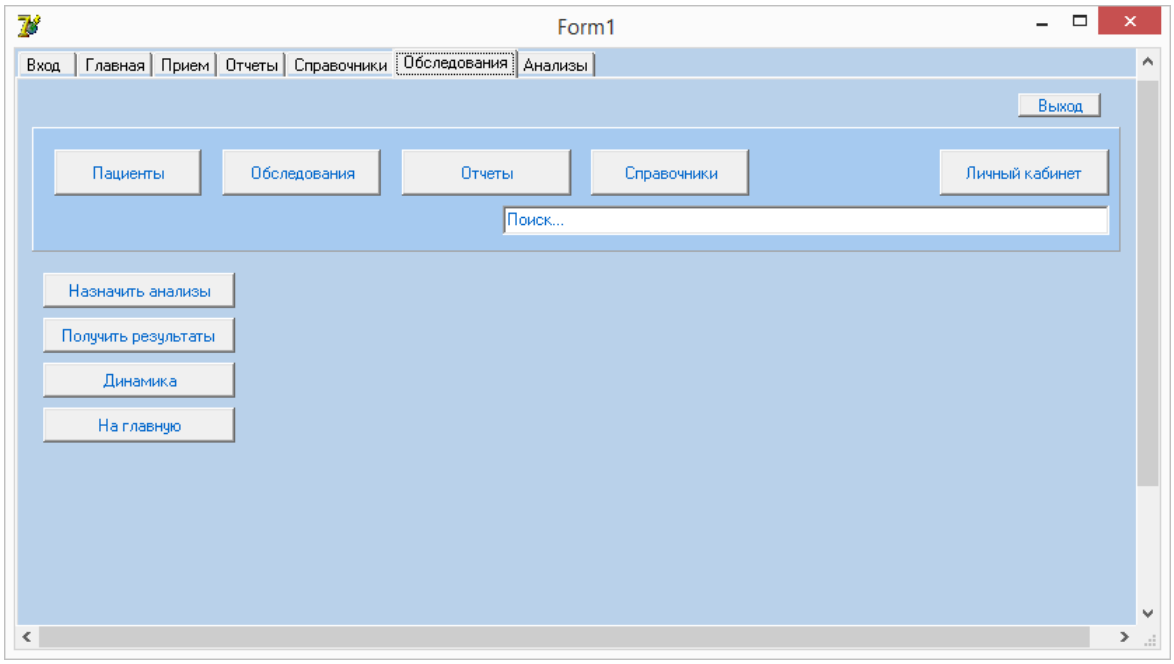


Рисунок 5.7 – Страница «Обследования» интерфейса системы

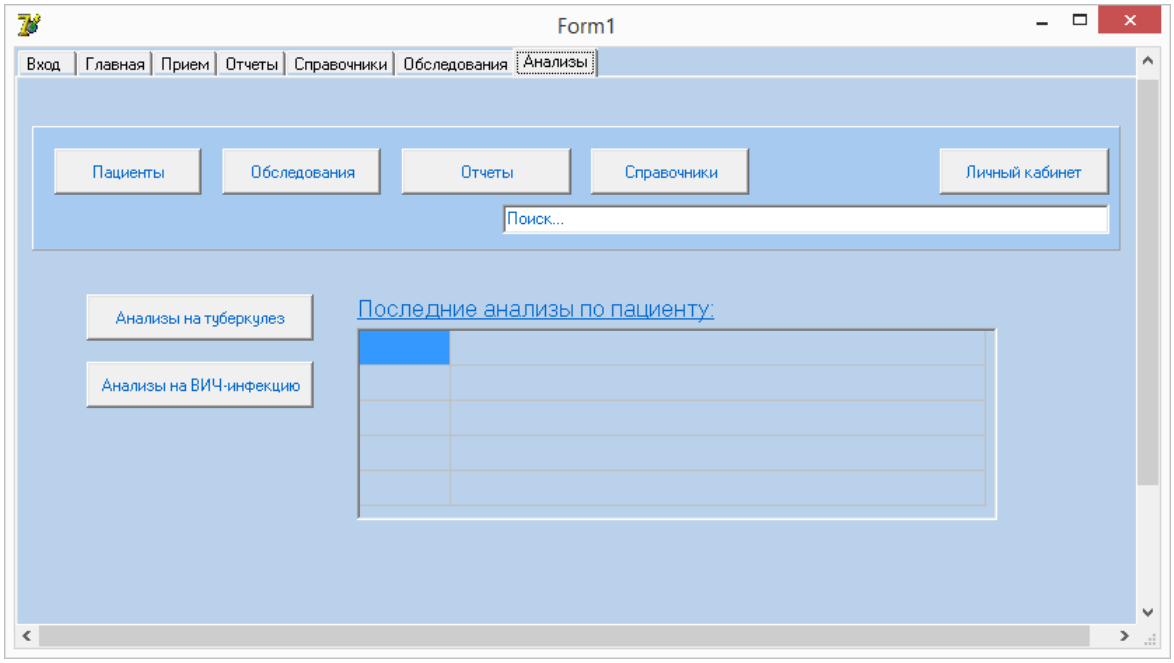


Рисунок 5.8 – Страница «Анализы» интерфейса системы

В разделе «Отчеты» (рисунок 5.9) пользователь может сформировать собственный отчет по проделанной работе либо посмотреть уже созданные отчеты.

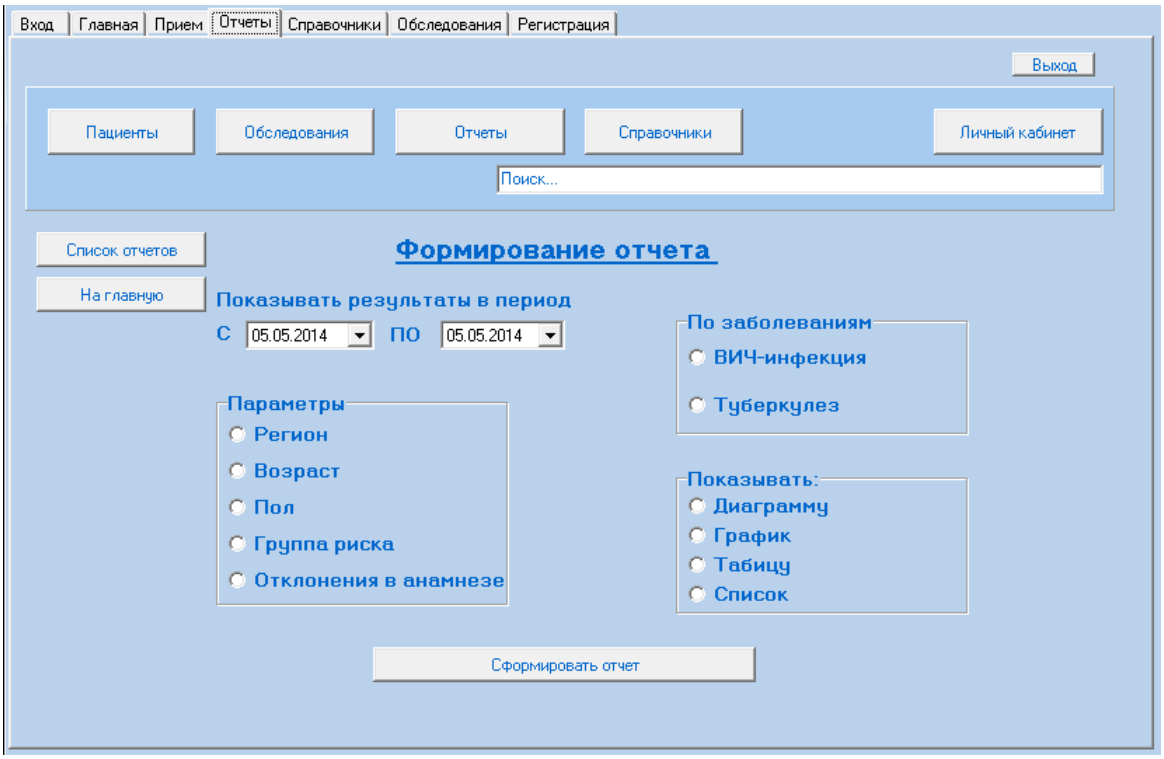


Рисунок 5.9 – Страница «Отчеты» интерфейса информационной системы

При этом пользователь, формируя отчет, выбирает необходимые параметры: время, заболевания. А также, в каком виде показать отчет: график, диаграмма, таблицы.

В разделе «Справочники» (рисунке 5.10.) можно найти справочную информацию по заболеваниям и медикаментам. Также можно воспользоваться поиском по справочникам в отдельной строке.

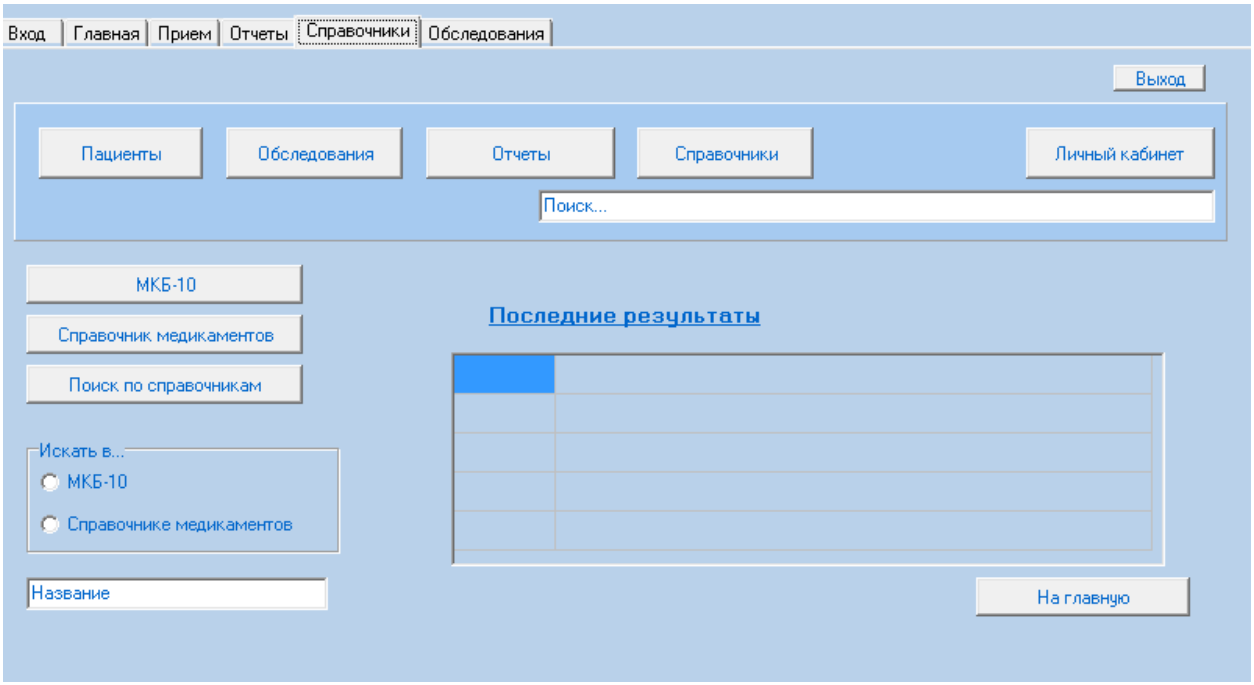


Рисунок 5.10 – Раздел «Справочники» информационной системы

Таким образом, был разработан интерфейс медицинской информационной системы контроля здоровья по социально значимым болезням: туберкулез и ВИЧ-инфекция.

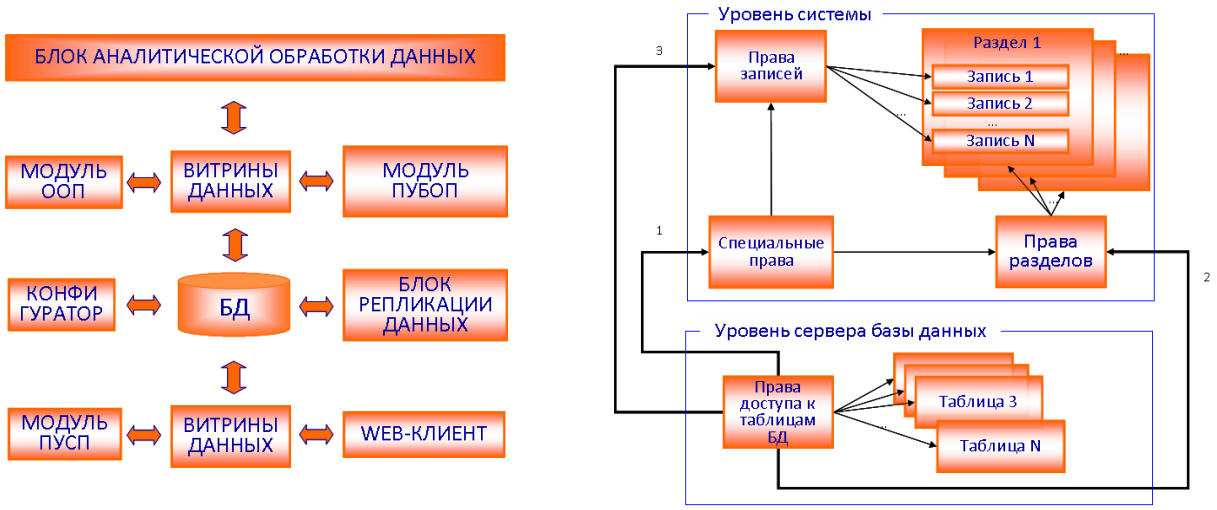
Глава 6. АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГОМ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

6.1. Конфигурирование информационной системы

Процесс формализации управленческой структуры медицинских учреждений, в силу его сложности, проводится не повсеместно. Проведение формализации процессов управления позволяет устранить «узкие» места, даже не проводя автоматизацию. Формализация и фиксирование управленческой структуры и структуры процессов управления внутренней основной деятельностью учреждения в виде автоматизированной информационной системы дает руководству и специалистам по управлению единый инструмент управления и повышения качества функционирования системы.

На сегодняшний день, в медицинских учреждениях присутствует, так называемая, «островная автоматизация» – наличие нескольких разрозненных программ, решающих разрозненные задачи. Островная автоматизация приносит дисбаланс в деятельность учреждений, так как различные подразделения имеют разные информационные технологии. Эти технологии, зачастую, не имеют возможности обмениваться данными между собой. Вследствие этого, возникает избыточность информации, что затрудняет ее обработку. Единая интегрированная система позволяет сгладить проблему островной автоматизации, т.е. произвести объединение разрозненных систем в единую систему и ускорить работу с данными [29]. Ускорение процессов работы с информацией в предлагаемой нами системе произойдет за счет снижения степени дублирования информации, и, как следствие, снижения объема хранимой информации. Объединение предложено формировать с помощью открытых баз данных таких, как MySQL. Формат открытых баз данных доступен для разработчиков, что позволяет им легко обмениваться данными из различных систем.

В целях обеспечения должного уровня безопасности при работе с данными, предусмотрена система настойки прав доступа к полям базы данных. Каждая учётная запись имеет свой уровень доступа (чтение, редактирование и пр.) к той или иной записи (схема разграничения прав доступа – рисунок 6.1).



а) б)

Рисунок 6.1 – Информационная система повышения эффективности исполнения процессов медицинского учреждения

Для автоматизированной информационной системы разработаны АРМ. Рабочие места определяются в соответствии с ролью «пользователя» системы. В соответствии с ролями пользователей система разбита на логические блоки.

Вход в рабочее пространство осуществляется по логину пользователя. Рабочие места доступны с любого компьютера сети с установленной информационной системой. Автоматизация на конечных местах дает ряд неоспоримых преимуществ. На сегодняшний день сотрудники структурных подразделений имеют доступ к персональным компьютерам и ведомственной сети. Деятельность сотрудников частично автоматизирована, в основном в области автоматизации рутинных операций используются пакеты прикладных офисных программ (MS Word, MS Excell, OpenOffice). Навыки применения

данных программ позволяют ускорить обработку информации, сопровождающую основной процесс. Однако, у сотрудников структурных подразделений нет возможности оперативно обменятся информацией с сотрудниками управления. Интегрированная информационная система предоставляет им эту возможность. С другой стороны, хотя управления автоматизированы несетевыми учетными системами, но у этой системы нет возможностей использовать сетевую структуру учреждений для обмена информацией с другими подразделениями. Предложенная информационная система позволяет произвести такой обмен между сотрудниками в едином формате, через механизм открытых баз данных. С внедрением единой информационной системы, появляется реальная возможность ведения единой информационной базы без лишнего дублирования справочной информации на бумажных носителях.

Пользователь имеет возможность не только консолидировать данные при помощи имеющихся шаблонов отчётов, но и проводить гибкий оперативный анализ на основе выборок информации на основе различных критериев.

Система может работать с различными серверами, тем не менее, для оптимизации затрат предлагается решение на основе бесплатного серверного программного обеспечения.

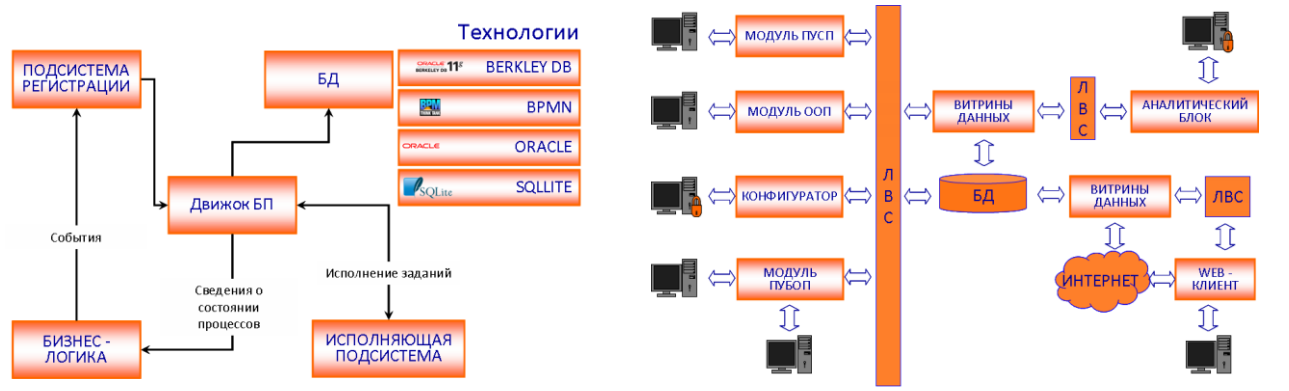
Основным интегратором создаваемой информационной системы является сервер информационных процессов (рисунок 6.2).

Результаты использования сервера информационных процессов:

- сервер информационных процессов позволяет объединить в единую среду все разрозненные информационные ресурсы учреждений, включая контент;
- внедрение автоматизация основных бизнес-процессов учреждения систематизирует работу специалистов.

Информационная системы ориентирована на работу в локальных сетях организаций и имеет. Связь между организациями осуществляется через web –

интерфейс. Схема сетевого доступа к программному комплексу приведена на рисунке 6.2.



а) б)

Рис. 6.2. – Схема интеграции и доступ к программному комплексу: а) схема работы системного интегратора; б) модель доступа к информационной системе

Единая интегрированная информационная система дает возможность руководству оперативно получать отчеты о деятельности подразделений на различных уровнях управления (от руководителей структурных подразделений до заместителей). При этом при получении оперативной информации сотрудники не отвлекаются от своей непосредственной работы. В информационной системе настроена фильтрация данных, позволяющая гибко отбирать требуемую информацию для передачи ее в наиболее часто используемые форматы документов. В информационной системе предусмотрен расширенный механизм создания новых фильтров для данных.

Для эффективной работы с руководителями учреждений проведена автоматизация ведения личных дел. Автоматизировано ведение индивидуальных рабочих планов сотрудников. Осуществлена автоматизация проведения совещаний и контроля исполнения поручений. В систему включена автоматизация проведения опроса мнения коллег, что позволяет оценить работу

сотрудника и структурного подразделения со стороны профессионального сообщества.

В системе присутствует интеллектуальный блок с возможностью интегральной оценки деятельности учреждения. Для интегральной оценки деятельности применен модифицированный метод анализа иерархий. Задача интегральной оценки деятельности учреждений слабо формализована. Этим объясняется наличие разных оценочных методик. Применение нового метода анализа иерархий для данной задачи оправдано тем, что данный метод помогает выявлять «слабые места» функционирования объекта и концентрироваться на них.

Размещение компонентов системы показано на рисунке 6.3

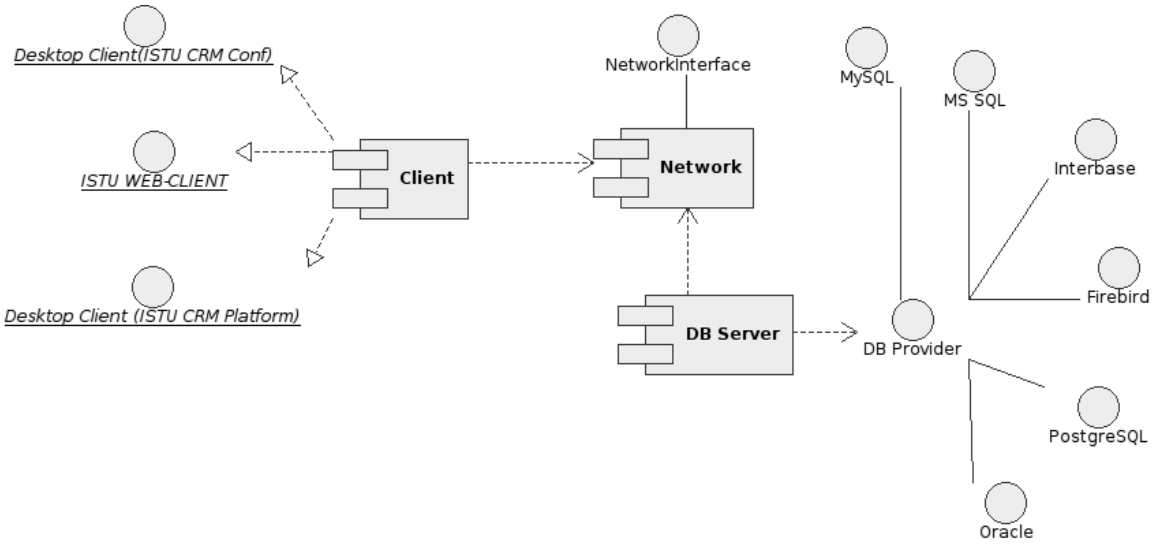


Рисунок 6.3. – Диаграмма компонентов системы

Из рисунка 6.3 видно, что разработка системы ведется по клиент-серверному принципу. В качестве сервера управления базой данных может быть использован MySQL, MS SQL Server, Interbase, Oracle, FireBird, Postgree SQL Server. Разработка системы ведется с помощью конфигуратора Atlan-CRM на языке программирования Object Pascal. Функционал системы реализуется в специальном клиенте. Клиентское приложение может быть реализовано через

web-интерфейс. Данная архитектура обеспечивает легкое масштабирование системы путем подключения новых клиентов по сетевому интерфейсу.

Таким образом, разработана информационная система с возможностью масштабирования и полиморфизма. Система легко адаптируется под нужды конкретного подразделения путем изменения конфигурации модулей. В системе реализована возможность получения интегрального показателя по модифицированному методу анализа иерархий. При этом система служит информационной платформой метода анализа иерархий и инструментом, который реализует функции автоматического слежения за интегральным показателем с целью оптимального управления заданным объектом.

В данной системе реализованы компоненты, которые отвечают за исполнение комплекса задач, разделенных по управленческим методологиям. Компоненты разделены на три класса: компоненты, выполняющие задачи CRM системы; компоненты, исполняющие задачи ERP-системы; компоненты, отвечающие за исполнение задач ECM-системы.

Компонентами системы, отвечающими за исполнение задач взаимодействия с контингентом по CRM-методологии, являются следующие компоненты: «ТИ», «Физические лица», «Руководители».

Компонентом класса ECM является компонент, представленный несколькими справочниками: «Документация».

Документация. Данный компонент представлен двумя справочниками: «Приказы по ТИ» и «Трудовые договоры». Справочник «Приказы по ТИ» хранит в себе данные о приказах, вышедших по каким-либо ТИ, а также статусе данных приказов и их исполнении. Возможна группировка приказов по их назначению, статусу и ТИ. Является подчиненным справочником по отношению к справочнику из компонента «Физические лица». Справочник «Трудовые договоры» является связующим справочником между справочниками «Сотрудники» и «Структурное подразделение», реализуя связь

«многие ко многим», а также выполняет функции трудовых договоров, отображая данные по ставкам, срокам исполнения договоров между структурными подразделениями и сотрудниками, а также вид договора (постоянный, договор подряда, по совместительству). Предоставляет отчетность для управленческих, финансовых и бухгалтерских структур учреждения.

Остальные справочники выполняют вспомогательные функции. Основной функцией таких справочников является хранение нормативно-справочной информации. Это сделано для уменьшения воздействия человеческого фактора.

С точки зрения конечного пользователя, полученный программный комплекс является метасистемой, которая состоит в свою очередь из нескольких крупных систем. Центральная система − интеллектуальная система поддержки деятельности структурных подразделений, вспомогательная система – предоставляет web-интерфейс для ограниченного доступа к данным через сети ЛВС и Internet посредством браузера. Интерфейс главной системы является единообразным, то есть подчиненным единому правилу оформления. При запуске основного приложения пользователю предоставляется главная форма, на которой отображены следующие элементы: строка меню, панель инструментов с пиктограммами разделом и справочников, главный фрейм окна, в котором отображаются данные.

Главный фрейм окна содержит подчиненные фреймы, которые отображают разные виды представлений: сетка, сетка с деревом, дерево, сводная таблица, календарное, табличное представление с связанными разделами.

Помимо стандартных представлений, на фрейме отображается панель инструментов, выполняющая задачи, связанные с обработкой данных разделов. Этот набор элементов является унифицированным и одинаковым для каждого раздела. Вместе с основным фреймом данных слева может отображаться фрейм,

который предоставляет список групп фильтров, определенных администратором системы.

Далее идут пиктограммы пользовательских действий, определенных администратором системы. Пользовательские действия могут производить некоторые операции в системе.

При включенном отображении фрейма групп фильтров, на панели инструментов до основных элементов отображаются элементы групп фильтров: создать группу, редактировать группу, удалить группу.

Группы фильтров могут быть созданы как пользователем, так и администратором системы. В основном группы фильтров создаются администратором системы при помощи SQL-запросов.

Под панелью инструментов с пиктограммами действий над разделом располагается область представления, в которой отображаются данные в каком либо виде. При представлении со связанными разделами область делится на две части: верхняя часть отображает стандартное табличное представление, нижняя часть содержит вкладки со связанными разделами, в которых отображается информация, связанная с записью из основного раздела.

Интерфейсы карточек разделов также подчиняются общим правилам, определенным для всей системы. Для предотвращения ошибок случайного редактирования данных в каждой карточке заданы две кнопки, которые выполняют блокировку и разблокировку карточки раздела, предотвращая случайное редактирование данных. Ниже располагается основная рабочая область, элементы формы. Слева от формы может располагаться панель с ссылками на связанные разделы и формы. В метасистеме также определена web-часть, представленная простым web-приложением, которое относится к типу RIA-приложений (Rich Internet Application). Данное приложение выполняет задачи отображения данных в виде таблиц, деревьев, структурных таблиц,

календарных диаграмм, диаграмм Ганта, простых диаграмм (графики, столбиковые и круговые диаграммы).

В задачи web-приложения входит выполнение запросов к базе данных и их отображение в некотором виде. Данное приложение реализовано в соответствии с паттерном разработки AJAX (Asynchronous Javascript and XML − «асинхронный JavaScript и XML»).

Данный паттерн разделяет web-приложение на две части: серверную и клиентскую. Серверная часть обеспечивает поставку данных, запрашиваемых посредством ajax-технологии, клиентская часть обеспечивает представление полученных данных.

6.2. Развертывание информационной системы

Интерфейсы конфигуратора системы и web-приложения идентичны – слева располагается дерево объектов, через которое осуществляется доступ к данным, справа – главная рабочая область.

С точки зрения системного администратора программный комплекс представляет собой комплекс, состоящий из СУБД, настольного и веб-ориентированного приложения, веб-сервера. На рисунке 6.4 показана диаграмма развертывания программного комплекса.

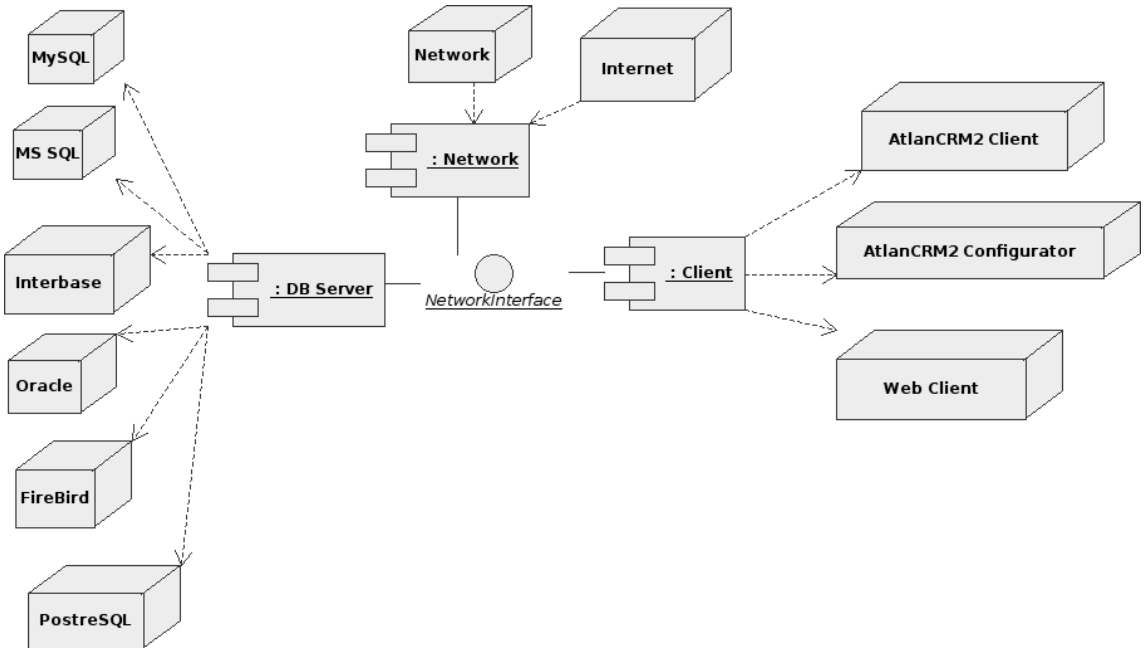


Рисунок 6.4. – Диаграмма развертывания системы

Развертывание системы состоит из нескольких этапов, которые можно поделить на четыре группы: развертывание базы данных, развертывание конфигурации, развертывание сервера веб-доступа, настройка конфигурации.

Развертывание сервера базы данных заключается в развертывании операционной системы, отведенной под обслуживание системы управления базами данных и далее в развертывании сервера баз данных. Сервер баз данных выбирается, исходя из его возможностей масштабирования и максимальной нагрузки, которую может принять на себя сервер. Также на этом этапе обеспечивается безопасность системы с точки зрения хранения данных. Основные требования к аппаратной части, на которой будет разворачиваться СУБД: бесперебойное питание, хранение данных при помощи RAID-массивов, обеспечивающих восстановление данных после системы. Рекомендуемая частота создания полных резервных копий − один раз в неделю, разностных резервных копий – ежедневно. Такая частота обуславливается тем, что скорость изменения данных в системе небольшая. Безопасность системы с точки зрения

возможностей проникновения в нее и использование полученных данных в злоумышленных целях обеспечивается шифрованием паролей и их достаточной диной и сложностью. Система поддерживает работу с следующими СУБД: Oracle, PostgreSQL, Firebird\InterBase, MySQL, MS SQL Server.

Развертывание конфигурации заключается в развертывании базы данных на выбранной СУБД, развертывании SQL - скриптов хранимых процедур и функций, обеспечивающих логику системы на уровне БД. При развертывании БД могут быть два варианта: развертывание чистой конфигурации или развертывание полной базы данных. При втором варианте необходимо заново создать всех пользователей системы на уровне сервера БД. При первом варианте достаточно создать одного системного, глобального пользователя, который является администратором системы, и уже при работе с системой задавать пользователей. Тонкая настройка системы обеспечивается настройкой справочников штатного расписания, в которых задаются те или иные специфические термины и понятия.

Развертывание сервера веб-доступа заключается в развертывании web-сервера (Apache, nginx, lighttpd) и подключении к нему WSGI-приложения, написанного на языке Python. Помимо развертывания вышеперечисленных серверов, можно развернуть стандартный сервер paste.httpserver, который является модулем, написанным на языке Python. Данный вариант приемлем для небольших нагрузок, для работы в ЛВС. В случае больших нагрузок рекомендуется разворачивать два сервера: один установленный на генерацию сложного содержимого, другой – для выдачи статического содержимого.

6.3 Администрирование информационной системы

Настройка конфигурации заключается в заполнении служебных справочников.

Для тестирования эффективности системы была разработана схема, включающая рабочие места начальника, его заместителей, руководителей служб, ТИ (компьютер класса Intel Core 2 Duo, программное обеспечение Windows 7, MS Office).

Вычислительная сеть Wi-Fi обеспечивается Wi-Fi - роутерами. Это локальная проводная вычислительная сеть на 200 рабочих мест пропускной способностью 1 Гбит (сеть обеспечивается 24 портовыми 1 Гбит коммутаторами и экранированными кабелями ftp – витая пара 5 класса).

Основные действия, которые могут осуществлять субъекты по отношению к объектам доступа: R(чтение), W(запись), X(нет прав доступа), D(удаление записей из раздела), I(вставка записей в раздел), G(управление группами фильтров раздела), A(полный доступ (администраторский)).

Каждое полномочие задано определенным символом. Некоторая комбинация символов в строке задает группы полномочий. Например, RW — доступ на чтение и запись.

У каждого из вышеперечисленных полномочий имеется свой приоритет. Ниже приводится таблица приоритетов:

Таблица 6.1 − Матрица полномочий

Символ	**Описание**
A	Высший приоритет. Наличие данного символа устанавливает все группы полномочий.
X	Имеет наивысший приоритет после A. Наличие в строке прав символа X сбрасывает все полномочия.

R	Базовое полномочие, дающее право на чтение данных.
W	Полномочие, обеспечивающее права на запись.
D	Полномочие, обеспечивающее право на удаление записи из раздела.

Права разделяются на следующие виды:

- права доступа на разделы (логическое объединение однородной информации и механизмов ее обработки);
- права доступа на записи разделов.

Правами доступа на разделы являются: A (администрирование), G(управление группами), I(добавление записей), R(просмотр данных – базовое право), см. таблицу 3.

Таблица 6.2 − Матрица прав доступа пользователей к разделам

Пользователи	**Раздел А**	**Раздел Б**	**Раздел В**
Пользователь А	A	IR	IR
Пользователь Б	IGR	A	R
Пользователь В	R	GR	A
Пользователь Г	R	R	R

Правами доступа на записи разделов являются – R(просмотр), W(редактирование), D(удаление), X(запрет).

Матрица доступа к записям разделов аналогична матрице доступа к разделам: субъектами доступа являются пользователи, а объектами доступа являются пользователи-владельцы записей в данном разделе. Данные матриц доступа хранятся в таблицах, показанных на рисунке 6.5.

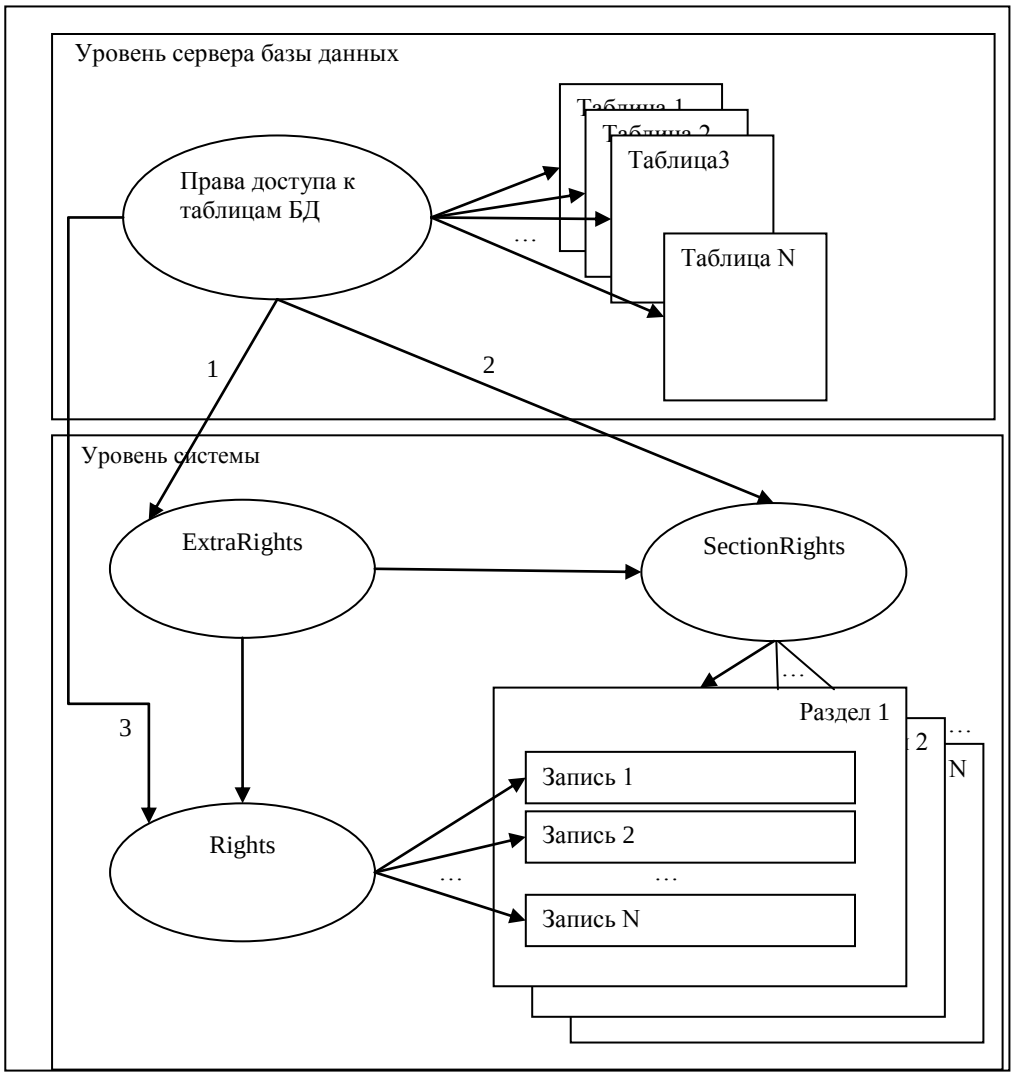


Рисунок 6.5 – Иерархия уровней доступа

При этом таблица SectionRights хранит матрицу доступа пользователей к разделам; таблица Rights – матрицу доступа к записям разделов; таблица ExtraRights – матрицу доступа особых прав пользователей.

Права доступа, обозначенные на рисунке 6.5 стрелками 1-3, проставляются вручную посредством встроенного конфигуратора AtlanCRMConfig, где в каждом разделе есть возможность распределить права доступа (рисунок 6.6).

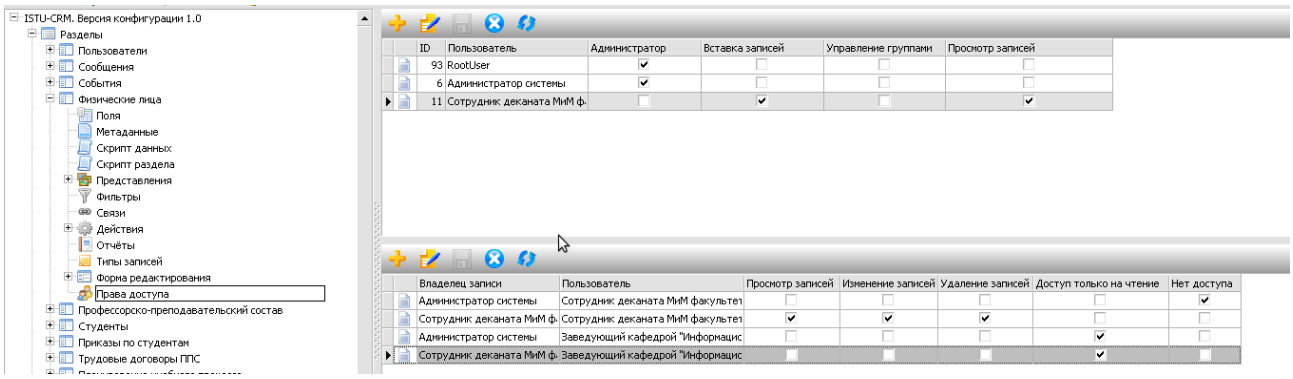


Рисунок 6.6. – Формирование прав доступа

Список сверху – содержит в себе права доступа пользователей на конкретный раздел. Нижний список определяет права доступа пользователей на записи других пользователей и разделов.

Все пользователи платформы определены в таблице Employees, которая имеет несколько обязательных полей (таблица 6.3).

Таблица 6.3. Обязательные поля таблицы Employees

Поле	**Тип**	**Описание**
ID	Целое	Идентификатор записи в таблице Employees. Является основным идентификатором пользователя в системе. Во всех запросах разделов и функциях получения прав используется переменная :REmployeeID
Name	Строковое	Данные о сотруднике (ФИО или любые другие данные)
DepartmentID	Целое	Идентификатор отдела
IsDepartment	Логическое	Логический флаг — является ли запись записью сотрудника или отдела. True означает, что данный логин закреплен за отделом организации. False —

		данный логин является логином сотрудника.
IsAdmin	Логическое	Логический флаг — администратор системы. True означает, что данный логин является административным, False — логин не имеет администраторских полномочий
Operator	Логическое	Логический флаг — оператор системы. True означает, что данный сотрудник является оператором системы. False — данный сотрудник не является оператором системы и не имеет к ней доступа.
Login	Строковое	Логин пользователя. Должен быть уникальным в пределах системы.

На рисунке 6.7 представлена структура таблиц БД, используемая системой управления правами доступа.

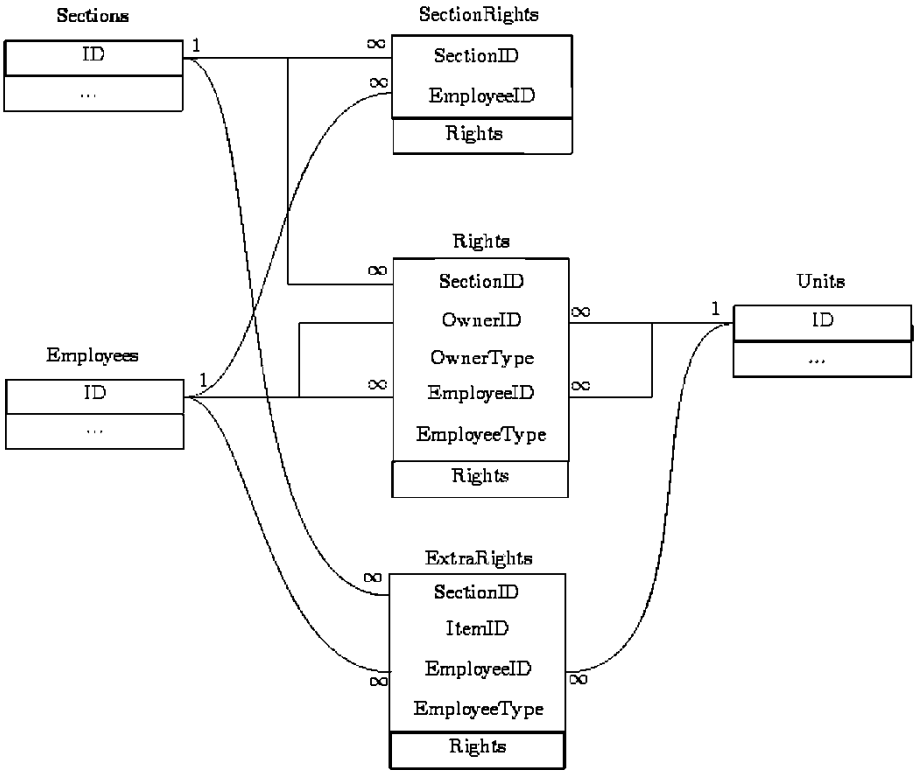


Рисунок 6.7. Структура таблиц БД, используемая системой управления правами доступа

Во всех таблицах прав поле Rights содержит строку прав доступа, состоящую из символов-обозначений прав. Поле Owner ID содержит идентификатор владельца записи, EmployeelD — сотрудника, осуществляющего к ней доступ; в целях возможности описания перекрёстных прав сотрудников и отделов, поля OwnerlD и EmployeelD могут содержать как идентификатор сотрудника, так и идентификатор отдела (для определения чего служат поля OwnerType и EmployeeType).

Алгоритм определения прав доступа, реализуемый описанной в БД функцией GetRights, приведён на рисунке 6.8.

Для реализации прав доступа в запрос раздела включается поле Rights, содержащее результат выполнения функции GetRights для каждой записи

раздела, а в главное условие фильтрации вводится требование неравенства прав доступа значению «X» – запретить показ; проверки допустимости вставки, удаления и изменения записи осуществляются в TQueryManager (при этом возможно ввести более сложные условия, определив в скрипте данных раздела функции CanInsert, CanDelete и CanEdit соответственно, см. рисунок 6.8).

Система авторизации платформы двухуровневая: первый уровень – уровень сервера баз данных, второй уровень – уровень платформы (таблица Employees). На уровне сервера баз данных должна быть определена пара логин-пароль для входа, причем логин на сервере БД должен совпадать с логином в таблице Employees, так как по этому уникальному логину вычисляется идентификатор пользователя в системе (:REmployeeID).

Авторизация в системе происходит в два этапа: первый этап – аутентификация на сервере баз данных. При успешной аутентификации происходит сравнение логина пользователя по таблице Employees. Если логин найден в таблице, система предоставляет ему доступ. В случае неуспешных этапов авторизации работа клиентского приложения прерывается и выдается соответствующее сообщение об ошибке. Ведется системный журнал ошибок.

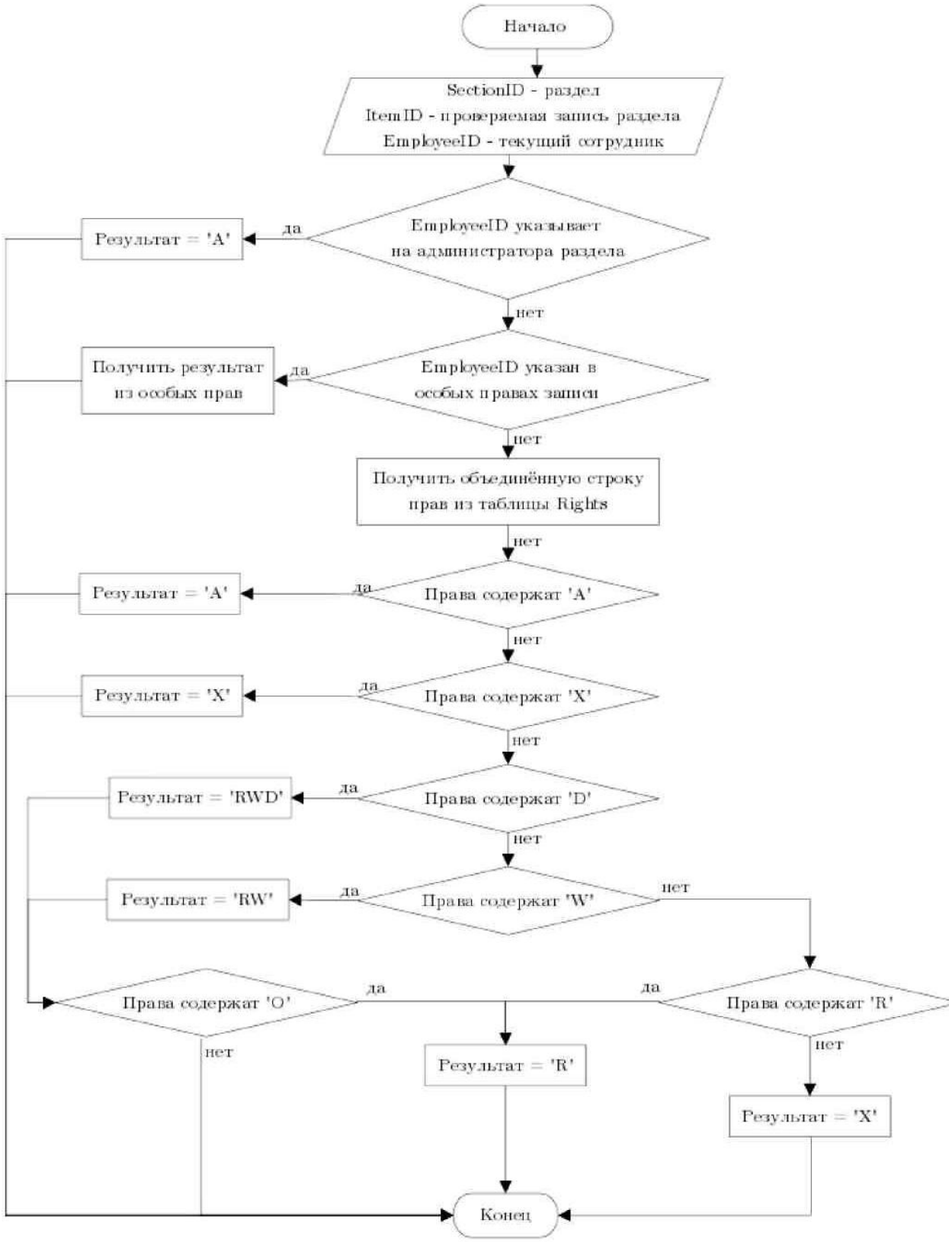


Рисунок 6.8. – Алгоритм определения прав доступа функцией GetRights

Итак, в результате рассмотрения существующих медицинских информационных систем и на основе проведенного анализа предметной области была разработана CRM-система, оптимально соответствующая поставленной задаче мониторинга ВИЧ-инфекции и ассоциированных с ней заболеваний. Эта МИС позволяет вести единую базу данных в многопользовательском режиме, автоматизировать многие рутинные операции и обрабатывать большие массивы информации. Думается, что внедрение и применение данной МИС в практике пенитенциарной медицины позволит улучшить медицинское обеспечение лиц, страдающих социально-значимыми заболеваниями.

Литература

Глава 1

1. Бабаева И.Ю., Авдеева М.Г., Гедымин Л.Е. и др. Морфологические изменения печени у больных туберкулезом легких и ВИЧ-инфекцией на фоне хронического гепатита С. - Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2013. – №6. – С. 4-8.
2. Бабаева И.Ю. Туберкулез у больных ВИЧ-инфекцией в современных эпидемиологических условиях: дис. …д-ра мед. наук. – Краснодар, 2007. – 213 л.
3. Белозеров Е.С., Митин Ю.А., Буланьков Ю.И. Болезни иммунной системы . – Элиста: АПП «Джангар», 2005. – 272 с.
4. Буринский Н.В., Боровиков К.С. Клинико-морфологические особенности течения ВИЧ-ассоциированного туберкулеза.- Украинский научно-медицинский молодежный журнал. – 2013. –№1.– С. 45-48.
5. Истомин С.А., Бурятинский В.Н., Коваль Г.В. Особенности течения туберкулезной инфекции у ВИЧ-инфицированных и больных СПИДом (по материала аутопсийных исследований).- Туберкулез, легочные болезни, ВИЧ-инфекция. – 2011. –№2 (5). – С. 29-33.
6. Корж Е.В., Тлустова Т.В.Особенности клинической картины туберкулезного менингоэнцефалита у ВИЧ-инфицированных. - Туберкулез, легочные болезни, ВИЧ-инфекция. – 2013. – №3 (14). – С. 55-60.
7. Кравченко А.В. Антиретровирусная терапия взрослых, инфицированных ВИЧ. - Фарматека №13. 2003.
8. Кравченко А.В., Щелканова А.И., Ермак Т.Н. и др. Анализ больных туберкулезом, сочетанным с ВИЧ-инфекцией, в Московском регионе .- Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2005. – № 10. – С. 34–37.
9. Марченко Н.А. Особенности течения впервые диагностированного туберкулеза у ВИЧ-инфицированных в зависимости от состояния иммунной системы. - Туберкулез, легочные болезни, ВИЧ-инфекция. – 2013.– №2 (13).– С.59-65.
10. Пантелеев А.М., Савина Т.А., Супрун Т.Ю. Внелегочный туберкулез у ВИЧ-инфицированных.- Социально-значимые инфекции. – СПб., 2007. – С. 35-36.
11. Покровский В.В. Клинические рекомендации: «ВИЧ – инфекция и СПИД» «ГЭОТАР Медиа» 2006. Серебровская Л.В. Первая фаза клинических испытаний «Фосфазида».- Актуальные вопросы ВИЧ – инфекции. 1997. С. 154 – 155.

12. Пономарев С.Б. Некоторые аспекты ВИЧ-инфекции в условиях уголовно-исполнительной системы.- Вестник пенитенциарной медицины.- 2009.- № 11.- С.2-4.
13. Роенко Г.Н., Черенько С.А., Погребная М.В. и др. Сроки и причины развития рецидивов туберкулеза у ВИЧ-инфицированных пациентов. - Туберкулез, легочные болезни, ВИЧ-инфекция. – 2012.– №4 (11).– С.42-46.
14. Фещенко, Ю.І., Мельник В.М. Сучасна стратегія боротьби з туберкульозом в Україні.- Киев, 2007. – С. 7-8.
15. Фролова О.П., Якубовяк В., Коробицин А.А. Организация противотуберкулезной помощи больным ВИЧ-инфекцией в России.- Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2005. – № 10. – С 16–20.
16. Черешнев В.А., Шмагель К.В., Королевская Л.Б. и др. Влияние коинфекции вирусом гепатита С на активацию и апоптоз Т-лимфоцитов у ВИЧ-ассоциированных пациентов, получающих антиретровирусную терапию. - Иммунология. – 2013.– №5.– С.236-241
17. Chunpongthong P., Ko Z.Z., Yeekian C., Luvira V., Pitisuttithum P. Outcomes of antituberculosis treatments at 18 months follow-up in TB-HIV co-infected patients on ART: a retrospective review of 166 cases.-J Med Assoc Thai. – 2011. – Jun; 94(6). – P. 664-670.
18. Dos Santos R.P., Deutschendorf C., Scheid K., Zubaran Goldani L. In-Hospital Mortality of Disseminated Tuberculosis in Patients Infected with the Human Immunodeficiency Virus. - Clin Dev Immunol.– 2011. – P. 120-278.
19. Graham N.M.H., Nelson K.E., Solomon L. et al. ... Reliability of anergy skin testing in persons with HIV infection.- J Immunol. - 1996.- P. 157,1271-1278
20. Gupta-Wright A., Wood R., Bekker L.G., Lawn S.D. Temporal association between incident tuberculosis and poor virological outcomes in a South African antiretroviral treatment service.- J Acquir Immune Defic Syndr. 2013.– Nov 1;64(3).– P. 261-270.
21. Kato-Maeda M., Small P.M. HIV and tuberculosis.- Tuberculosis and Nontuberculosis Mycobacterial Infections / 5th ed.; ed. by D. Schlossberg. – New York: McGraw-Hill, 2006. – P. 2.
22. Kibiki G.S., Mulder B., van der Ven A.J. et al. Laboratory diagnosis of pulmonary tuberculosis in TB and HIV endemic settings and the contribution of real time PCR for M. tuberculosis in bronchoalveolar lavage fluid. - Trop Med Int Health. –2007.– Oct;12(10). –P.1210-1217.
23. Kongsiriwattanakul S., Suankratay C. Central nervous system infections in HIV-infected patients hospitalized at King Chulalongkorn Memorial Hospital.- J Med Assoc Thai. . –2011. – May; 94(5). – P.551-558.
24. Lancioni C.L., Mahan C.S., Johnson D.F., et al. Effects of Antiretroviral Therapy on Immune Function of HIV-infected Adults with Pulmonary

Tuberculosis and CD4+ >350 Cells/mm3. -J Infect Dis.– 2011.– Apr;203(7). – P. 992-1001.
25. Lian Y.L., Heng B.S., Nissapatorn V., Lee C. AIDS-Defining Illnesses: A Comparison Between Before and After Commencement of Highly Active Antiretroviral Therapy (HAART). - Curr HIV Res. – 2007.– Sep;5(5) P.–484-489.
26. Payam N., Leah C. G., Rudoy I., et al. Treatment Outcomes of Patients with HIV and Tuberculosis.- Amer. J. Respir. Crit. Care Med. – 2007. – Vol. 175. – P. 1199–1206.
27. Van Rie A., Westreich D., Sanne I. Tuberculosis in patients receiving antiretroviral treatment: incidence, risk factors, and prevention strategies.- J Acquir Immune Defic Syndr. – 2011. – Apr; 56(4). – P.349-355.
28. Yoo S.D., Cattamanchi A., den Boon S., Worodria W., Kisembo H., Huang L., Davis J.L. Clinical significance of normal chest radiographs among HIV-seropositive patients with suspected tuberculosis in Uganda. - Respirology. – 2011. – Apr 22. doi: 10.1111/P.1440-1843.

глава 2

1. Авдеева Л.А. Некоторые показатели иммунной системы для прогнозирования течения инфекции, вызываемой вирусом иммунодефицита человека. - Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии, 1994, с.114-118.
2. Аксенова К.И., Флерова Т.А., Уфимцева Т.Д. Проблемы сочетания туберкулеза и ВИЧ- инфекции у лиц, находящихся в местах лишения свободы.- Российский тюремный журнал.- 2009.-№1 – Электронный ресурс.- Сайт Межрегиональной правозащитной организации «Комитет за гражданские права» http://www.zagr.org.
3. Алимов Р.Ш., Балуев А.А., Естегнеев А.С., Кулагин В.В. Система мониторинга динамики ВИЧ-инфекции "HIV-Stock".- Патент на полезную модель RU 105767 от 20.06.2011.
4. Амбалов Ю.М., Сизякина Л.П., Перепечай С.Д. Способ прогноза быстрого прогрессирования заболевания у больных вич-инфекцией - Патент на изобретение RU 2306566 от 20.09.2007
5. Беляева Т.И. и др. Иммунопатогенез ВИЧ-инфекции у детей раннего возраста. - Вопросы практической педиатрии, 2008, Т.3, №2, с.34-38.
6. Бесстужев-Лада И.В. Нормативное социальное прогнозирование : возможные пути реализации целей общества. М. Наука. 1987, 214 С.

7. Боев Б.В. и др. Математическая модель для прогнозирования процесса заражения ВИЧ-инфекцией в г.Перми - в кн.: Актуальные вопросы ВИЧ-инфекции на Урале.- Екатеринбург, 1995.- с.48-50.
8. Веревщиков В.К. Клиническая характеристика терминальных стадий ВИЧ-инфекции с летальным исходом.- Сибирский медицинский журнал.- 2008.-№7.-С.70-71.
9. Вороновский Г.А., Махотило К.В., Петрашов С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков: ОСНОВА, 1997. – 112 с.
10. Гашенко А.В. Совершенствование организации раннего выявления, диспансерного наблюдения и мониторинга туберкулеза, сочетанного с ВИЧ-инфекцией.- автореф. дисс. … канд.мед.наук: М., 2010.- 24 с.
11. Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А. Очерки о совместной работе математиков и врачей.- М.: Наука, 1989.- 270с.
12. Горшкова Н.В. Клинико-эпидемиологическая характеристика ВИЧ-инфекции у детей с парентеральным путем инфицирования: Автореферат дисс. на соиск. учен.степен. канд. мед. наук. - Санкт-Петербург, 1998, 24 с.
13. Гринберг Л.М., Бердников Р.Б. Структура диагноза при туберкулезе, ВИЧ-инфекции и при их сочетании.- Уральский медицинский журнал.- 2012.-№13.-С.73-77.
14. Денисенко В.Б. и др. Иммунопатогенетические основы диагностики стадий ВИЧ-инфекции у детей.- Иммунология.- 1999.- №2.- с.15-20.
15. Денисенко В. Б., Симованьян Э. М. Способ прогнозирования варианта течения ВИЧ-инфекции у детей.- Патент на изобретение RU 2444299 от 10.03.2012.
16. Конышева Т.В., Ножкина Н.В., Прохорова О.Г., Подымова А.С., Комарницкий И.А. Современные медико-соцальные технологии в системе организации постпенитенциарной помощи при ВИЧ-инфекции.- Екатеринбург, УМГУ.-2014.-174 С.
17. Лещинский Л.А., Пономарев С.Б., Мультановский Б.Л. Способ контроля реадаптации к физическим нагрузкам после инфаркта миокарда.- патент на изобретение RUS 2103907
18. Лещинский Л.А., Пономарев С.Б., Логачева И.В., Тюлькина Е.Е., Русяк И.Г., Фархутдинов А.Ф., Мультановский Б.Л., Сафуянова В.Г., Петрова А.Г., Димов А.С., Стародубцев И.Б. К вопросу использования высоких информационных технологий в прогнозировании исходов сердечно-сосудистых заболеваний.- Клиническая медицина.- 2000.- № 1.- С. 31-32.
19. Мазус А.И. Моделирование комплексных мероприятий по противодействию ВИЧ-инфекции: автореф дисс…..д-ра мед.наук: М., 2009.-46 с.

20. Мамаева Л.А., Сидоркина С.Н., Скорняков С.Н. и др. Порядок оказания противотуберкулезной помощи больным ВИЧ-инфекцией в Свердловской области.- Проблемы туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией .- Бюлл. №10.- М., 2010.- С. 21-23.
21. Матвеев А.К. К стабилизации санитарно-эпидемиологической обстановки, характеризующей распространение ВИЧ-инфекции в пенитенциарных учреждениях.- Ведомости уголовно-исполнительной системы.- 2008.-№12.-С.12-14.
22. Наумов О.Ю., Лузин П.М. Методологический подход к прогнозированию заболеваемости ВИЧ-инфекцией на территории Пермской области - в кн.: Актуальные вопросы ВИЧ-инфекции на Урале.- Екатеринбург, 1995.- с.45-48.
23. Пальгова Г.А. Клинические и иммунологические особенности течения ВИЧ/СПИД-инфекции у больных с описторхозной инвазией ареала Среднего Приобья. Автореферат дисс …… канд. мед. наук. - Новосибирск, 2007, 29 с.
24. Покровский В.В. и др. Клиническая диагностика и лечение ВИЧ-инфекции.- М., 2001.-210 с.
25. Пономарев С.Б., Лещинский Л.А., Русяк И.Г. Очерки прогнозирования в кардиологии. Ижевск, 2000, 192 с.
26. Пономарев С.Б., Лещинский Л.А., Петров А.Г., Русяк И.Г., Фархутдинов А.Ф., Романова З.Д. Способ определения локализации стенозов передней межжелудочковой артерии сердца.- патент на изобретение RUS 2160052 от 01.06.1998
27. Пономарев С.Б., Тененев В.А., Исхакова Э.Я. Разработка и применение математической модели интеллектуальной поддержки принятия решений врача-организатора в экономическом реформировании сельского здравоохранения.- Вестник ИжГТУ.-2009.- № 2 (42).- С.147-150.
28. Симованьян Э. М., Денисенко В. Б. , Способ прогнозирования варианта течения ВИЧ-инфекции у детей.- Патент на изобретение RU 2454941 от 10.07.2012
29. Скляр Л. Ф., Маркелова Е.В. , Сотниченко С.А. Способ прогнозирования эффективности антиретровирусной терапии при ВИЧ-инфекции.- Патент на изобретение RU 241485 от 27.03.2011.
30. Сизякина Л.П., Андреева И.И. Способ диагностики стадий ВИЧ-инфекции.- Патент на изобретение RU 2251701 от 10.05.2005.
31. Симованьян Э.Н. и др. ВИЧ-инфекция у детей. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.- 189 с.
32. Сотниченко С.А. и др. Влияние антиретровирусной терапии на продукцию цитокинов у больных с ВИЧ-инфекцией, ассоциированной с

туберкулезом.-Дальневосточный медицинский журнал.-№1.- 2009 http://mx.fesmu.ru
33. Смирнов В.С. идр. Иммунодефицитные состояния. - С.-Пб,: Фолиант, 2000.- 512 с.
34. Табаков В.В. , Никитин В.В. Способ прогнозирования уровня заболеваемости ВИЧ-инфекцией в регионе. - Патент на изобретение RU 2297787 от 27.04.2007.
35. Троценко О.Е., Старостина И.С., Богач В.В. Клинико-лабораторные критерии прогрессирования ВИЧ-инфекции среди лиц из мест лишения свободы.- Хабаровск, 2004.-49 с.
36. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика; Пер. с англ.; под ред. Ю.А. Зуева, В.А. Точенова.– М.: Мир, 1992. -206 с.
37. Bremer J.W. etal. Diagnosis of infection with human immunodeficiency virus type 1 by a DNA polymerase chain reaction assay among infants enrolled in the Women and Infants' Transmission Study.- J Pediatr.- 1996 Aug; 129(2).- P. 198-207.
38. Boev B.V., Bondarenko V.M. Prognostic model of drug abuse and HIV infection morbidity among youth - Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. 2001, Sep-Oct; (5).-P. 76-81.
39. Ellaure M et al. Correlation of serum antigen and antibody concentration with clinical features in HIV infection.-Arch Dis Child, 1991.- Feb. 66(2).- P.200-203.
40. Mihailov C. et al. Prognostic significance of cytotoxic T-cells in individuals infected with human immunodeficiency vims.- J. Clin. Immunol., 1993.- Mar 13(2).- P.139-144.
41. Forsyth B.W. HIV infectioninchildren. A new hope. Child Adolesc Psychiatr Clin N Am.- 2000.- Apr; 9(2).-P. 279-94.
42. Hittinger G. et al. «Correlation between plasma levels of cytokines and HIV-1 RNA copy number in HIV-infected patients».- Infection.- 1998 Mar-Apr; 26(2).-P.100-103.
43. Godfried MH et al. Soluble tumor necrosis factor receptors as surrogate markers for the assessment of zidovudine treatment in asymptomatic HIV-1 infection.- J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol.- 1995.- Dec 15; 10(5).-P.531-539.
44. Kozinetz C.A. et al. The burden of pediatric HIV/AIDS in Constanta, Romania: a cross-sectional study.- BMC Infect Dis. 2001.- P.1-7.

Главы 3-6

1. Покровский В.В. ВИЧ-инфекция. Клиника, диагностика и лечение. М., ГЭОТАР-МЕД. 2009. – 522 с.
2. Мазус А.К. Эпидемиологический мониторинг ВИЧ/СПИДа.- ШАГИ профессионал, № 4, 2006. – С. 196-210.
3. Колосницына М.Г., Лесневский К.Э. Политика здоровья на российских предприятиях: опыт эмпирического анализа. – М.: Изд-во НИУ ВШЕ, 2012. – 247 с.
4. Гусев А. В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды, журнал.- Врач и информационные технологии, №3.- 2012. – С.6-15.
5. Мингалеев Г. Ф., Проблемы применения IT-технологий в медицине, Сборник научных трудов всероссийской медицинской научно-практической конференции «Развитие российского здравоохранения на современном этапе» – М.: изд-во «АдамантЪ», 2013. – С. 66-71.
6. Запольская М. М., Комплексная медицинская информационная система для врачей узких специальностей.- Сб. научных трудов научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении». – Самара: изд-во СНЦ РАМН, 2012. – С.277-279.
7. Кобринский А. А. Медицинская информатика: учебник для студентов ВУЗов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – С.132-139.
8. Гусев А. В., Рекомендации по выбору медицинской информационной системы.- Менеджер здравоохранения, №5.- 2010. – С.38-45.
9. ГОСТ Р 52636-2006. Электронная история болезни. Общие положения. Национальный стандарт Российской Федерации. – М.: Стандартинформ, 2006.
10. Гусев А. В., Эльянов М. М Методические рекомендации на разработку и внедрение информационной системы «Электронная регистратура- приемное отделение».- М.: «К-МИС», 2011. – 23 с.
11. Воронов А. В. Разработка медицинской информационной системы НГУ. Материалы 51-й международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», Информационные технологии, Новосибирск, 12-18 апреля 2013. –Новосибирск: изд-во НГУ, 2013. – С. 158-263.
12. ВИЧ/СПИД. Информационный бюллетень № 360. Октябрь 2013. URL: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs360/ru.
13. Хоппенбрауэр Дж., Сергеев Б., Ницше-Белл А.. Анализ существующей практики мониторинга и оценки по проблемам ВИЧ-инфекции и СПИДа в Российской Федерации. – М.: ЮНЭЙДС, 2008. – 96 с.
14. Минкомсвязь России. Государственная программа «Информационное общество». URL:http://minsvyaz.ru/ru.
15. Комплексные медицинские информационные системы. http://www.kmis.ru.

16. Медицинские информационные системы «SmartDeltaSystems» http://www.sdsys.ru.
17. Васильев А. Статья «О создании графических интерфейсов». http://dander.ru.
18. Миллер В. «Актуальные проблемы разработки графических интерфейсов на российском IT-рынке». http://habrahabr.ru.
19. Официальный сайт клиники «Медицея». http://mediceya.ru.
20. Официальный сайт разработчика медицинской информационной системы «MGERM». http://mgerm.ru/interface.
21. Раскин Дж. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем.- М., «Интер», 2013 – 134 с.
22. Купер А. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. – М. «Интер», 2013.– 105 с.
23. Гусев А.В. Медицинские информационные системы: состояние, уровень использования и тенденции.- Врач и информационные технологии, №3, 2011. – С. 6-14
24. 24. Гусев А.В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды. // Врач и информационные технологии, №3 2012 г. – С.6-15
25. 25. Олейник П.П. Корпоративные информационные системы. – П.: «Питер». 2012. – 176 с.
26. 26. Сатунина А.Е., Сысоева Л.А. Управление проектом корпоративной информационной системы предприятия. – М.: «Финансы и статистика», 2009. – 352 с.
27. 27. Емельянова Н.З., Партыка Т.Л., Попов И.И. Проектирования информационных систем. – М.: «Форум», 2009. – 432 с.
28. Карвин Б. Программирование баз данных SQL. – М.: «Рид Групп», 2012. – 336 с.
29. Новиков Б., Домбровская Г. Настройка приложений баз данных. СПб.: «БХВ-Петербург», 2012. – 240 с.
30. Дейт К. Дж.Введение в системы баз данных. 8-е изд. М.: «Вильямс», 2006. – 1328 с.