

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Егоров Дмитрий Борисович

**Система для прогнозирования
общественно опасных действий психически больных**

3.3.9. Медицинская информатика
(медицинские науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
д.м.н., профессор Б.А. Кобринский

Тюмень
2023

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Применение технологий математического моделирования и компьютерного прогнозирования в медицине. Подходы контроля общественно опасных действий психически больных средствами мониторинга. Обзор литературы.....	9
1.1 Проблема общественно опасных действий психически больных	9
1.2 Методы, технологии и применение мониторинга в медицине	13
1.3 Математическое моделирование и прогнозирование в медицине .	18
Глава 2. Материалы и методы исследования	23
2.1 Материалы исследования.....	23
2.2. Математическое моделирование и прогнозирование временных рядов	23
2.3 Прикладное программирование	28
2.4 Система управления базами данных.....	28
2.5. Методы статистической обработки данных.....	29
2.6 Программный специализированный инструментарий	30
2.6.1 Программный инструментарий для учета судебно-психиатрических экспертиз	31
2.6.2 Программный инструментарий для формирования годового отчета результатов работы судебно-психиатрического экспертного отделения	33
2.6.3 Описание структуры годовой базы данных	34
Глава 3. Анализ состояния общественно опасных действий психически больных на примере Тюменской области за 2001 – 2016 гг., как основа мониторинга.....	35
3.1. Анализ состояния общественно опасных действий психически больных и обоснование выбора критериев мониторинга общественно опасных действий психически больных.....	35
3.1.1. Общая характеристика работы амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы	35
3.1.2. Распределение судебно-психиатрических экспертиз по виду дела	37
3.1.3. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по уголовным делам по типу подэкспертных	38
3.1.4. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по гендерному признаку.....	39
3.1.5. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по возрасту подэкспертного	40
3.1.6. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по наименованиям заболеваний, сгруппированным по шифрам МКБ-10	41
3.1.7. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по характеру совершенных ООД	46

3.2 Обоснование выбора кратности мониторинга общественно опасных действий психически больных	50
Глава 4. Разработка алгоритма выбора оптимальной варианта математической модели и программная реализация мониторинга и прогноза общественно опасных действий психически больных	65
4.1 Построение трендовой и стохастической составляющих математической модели	66
4.2 Алгоритм определения, построения оптимальных регрессионных и ARIMA-моделей для прогнозирования совершения общественно опасных действий психически больных.....	71
4.3. Автоматизированная информационная система «Мониторинг и прогнозирование общественно опасных действий психически больных»	74
4.4 Геоинформационная система «Мониторинг общественно опасных действий психически больных»	81
Глава 5. Проверка адекватности прогноза общественно опасных действий психически больных	85
5.1 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Общее количество ООД психически больных»	86
5.2 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Количество ООД несовершеннолетних психически больных».....	90
5.3 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Умственная отсталость (F70-F79)»	93
5.4 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Преступления против собственности».....	97
5.5 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критериям «Преступления против собственности» и «Возраст до 18 лет»	100
Глава 6. Обсуждение.....	105
Выводы	111
Практические рекомендации	113
Список сокращений	114
Нормативно-справочная документация.....	116
Список литературы	117
Приложение 1. Описание структуры годовой базы данных	134

Введение

Актуальность

Информационное обеспечение в медицине является важным в работе, как врачей, так и руководителей всех уровней здравоохранения [Т.В. Зарубина с соавт., 2016]. Программные решения в медицине все более широко применяются для формирования профильных баз данных с целью последующего анализа и принятия управленческих решений, влияющих на качество оказания медицинской помощи и жизни населения. Одним из инструментов управления в медицине является прогнозирование на основе математического моделирования. Однако следует учитывать, что результаты моделирования обусловлены проблемой адекватности сформированной модели реальной ситуации. Прогностическая роль исследований часто сводится к моделированию состояния объекта, рассматриваемого как система на различных этапах ее развития [А.П. Суходолов, В.А. Маренко, 2018].

Математическое моделирование может применяться в медицине, в частности, в судебной психиатрии с целью предупреждения совершения общественно опасных действий психически больных, что является важной задачей психиатрической службы. Решение данной задачи возлагается и на врачей общей психиатрической практики, и на судебных психиатров [О.А. Макушкина, С.В. Полубинская, 2019].

Проблемы общественно опасных действий (ООД) психически больных всегда выделялись в отдельное направление при анализе деятельности региональной психиатрической службы. В среднем до 20 % всех преступлений совершаются психически больными лицами [А.А. Ткаченко, 2018]. Чаще всего это лица с умственной отсталостью (21,5%), органическими психическими расстройствами (20,8%), реже с шизофренией (4,3%) [А.Р. Мохонько с соавт., 2019]. Такие преступления влияют на показатели уровня предотвратимой смертности, инвалидизации и качества жизни населения [О.А. Макушкина с соавт., 2018].

Оптимальным решением с целью предотвращения ООД психически больных принято считать меры первичной профилактики средствами общепсихиатрической сети [О.А. Макушкина с соавт., 2018]. Из этого проистекает необходимость своевременного выявления потенциально опасных контингентов психически больных, что позволит значительно сократить количество ООД.

Актуальным представляется проведение компьютерного мониторинга и математического прогнозирования совершения ООД психически больными, как меры первичной профилактики с целью своевременного обнаружения критических значений и выявления контингентов психически больных, потенциально способных на совершение ООД.

Цель исследования – разработка и программная реализация алгоритмов построения математической модели временных рядов для системы прогнозирования общественно опасных действий психически больных.

Задачи:

1. Выбрать критерии и определить кратность мониторинга общественно опасных действий психически больных на основе анализа деятельности региональной амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы.
2. Разработать алгоритм определения оптимального варианта математической модели временных рядов, описывающей динамический популяционный порог совершения общественно опасных действий психически больных.
3. Программно реализовать алгоритм математической модели и построить компьютерную систему для прогнозирования совершения общественно опасных действий психически больных.
4. Научно обосновать адекватность прогностической компьютерной системы, реализованной на основе математической модели, посредством сравнения прогностических и фактических данных.

Научная новизна

Разработан алгоритм построения оптимального варианта математической модели для прогнозирования совершения общественно опасных действий психически больных с применением регрессионного анализа и методов авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA).

Реализован алгоритм мониторинга и прогнозирования совершения общественно опасных действий психически больных, позволяющий осуществлять оценку динамики популяционного порога совершения преступлений по отдельным категориям психически больных.

Практическая значимость

Разработанное программное обеспечение позволяет проводить мониторинг общественно опасных действий психически больных по следующим критериям в любом их сочетании: возраст, клинический диагноз, характер ООД. На этой основе возможно принятие своевременных управленческих решений направленных на проведение необходимых мероприятий по снижению уровня данных преступлений на региональном уровне.

Применение компьютерных технологий позволяет получать своевременную объективную информацию для формулирования целенаправленных мер профилактики общественно опасных действий психически больных.

Апробация работы

Материалы работ были представлены на:

Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов-организаторов здравоохранения «Новые организационно-правовые и научные принципы в условиях модернизации здравоохранения России» ФГУ ЦНИИОИЗ (Москва, 2006); Научно-практиче-

ской конференции «Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной и клинической медицины» (Тюмень, 2006); Научно-практической конференции «Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной и клинической медицины» (Тюмень, 2007); 4-м международном форуме «MedSoft-2008» (Москва, 2008); Научно-практической конференции «Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной и клинической медицины» (Тюмень, 2015); Международном конгрессе «Информационные технологии в медицине» (Москва, 2012); Всероссийском конкурсе научно-технического творчества молодежи «НТТМ-2013» (Москва, 2013); Форум «Открытые инновации-2014» (Москва, 2014); Научно-практической конференции «Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной и клинической медицины» (Тюмень, 2015); Окружная научно-практическая конференция «Особенности организации и оказания медицинской помощи пациентам с психическими расстройствами и различными формами зависимости от психоактивных веществ в Ямало-Ненецком автономном округе» (ЯНАО, 2017); Межрегиональном форуме «Инфосибирь 2017» (Новосибирск, 2017); Международная научно-практическая конференция «Сибирская школа превентивной суицидологии и девиантологии» (Тюмень, 2021).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 25 печатных научных работ, в том числе 9 в журналах, рекомендованных ВАК. По настоящей работе получено 19 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 143 страницах, содержит 32 рисунка и 6 таблиц; состоит из введения, глав «Обзор литературы», «Материалы и ме-

тоды», результатов исследования и их обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и приложения. Список литературы включает 135 источников, из них 100 работ отечественных и 35 зарубежных авторов.

Работа выполнена на базе кафедры медицинской информатики и биологической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Научные положения диссертации соответствуют формуле специальности – 3.3.9. Медицинская информатика. Область и результаты проведенного исследования соответствуют пункту «5. Разработка алгоритмов профилактики, диагностики, прогнозирования, лечения; моделей и алгоритмов для оценки индивидуального и группового риска» паспорта специальности 3.3.9. Медицинская информатика.

Личный вклад автора.

Основная часть исследования выполнена лично автором диссертационной работы. Автором определены основные направления исследования, разработана структура и инструментарий исследований, выбраны основные методы исследования, определена возможность и целесообразность применения использованных в настоящей работе математических моделей, написан исходный код программного обеспечения, проанализированы литературные источники и нормативно-правовая документация. Автор лично участвовал в апробации компьютерной системы, аналитической и статистической обработке материалов исследования, интерпретации их результатов, подготовке основных публикаций по диссертационной работе.

Глава 1. Применение технологий математического моделирования и компьютерного прогнозирования в медицине. Подходы контроля общественно опасных действий психически больных средствами мониторинга.

Обзор литературы

1.1 Проблема общественно опасных действий психически больных

Одним из важных направлений работы психиатрической службы является учет, контроль и профилактика общественно опасных действий (ООД) психически больных [Т.Б. Дмитриева, 2001; Т.Б. Дмитриева с соавт., 2004; В.Ф. Кондратьев, 2006; Б.С. Положий, 2016; Е.В. Макушкин, В.В. Горинев, 2016]. Данными вопросами занимается прикладная отрасль психиатрии – судебная психиатрия.

Проблема ООД психически больных относится к числу наиболее актуальных в клинической, социальной и судебной психиатрии. Это доказывается высокой частотой противоправных действий, совершаемых в России психическими больными: от 1% до 20% по отдельным видам преступлений на фоне общего роста преступности [Т.Б. Дмитриева 1997, 2000; В.П. Котов, М.М. Мальцева, 2001, 2012; С.В. Полубинская, 2008; А.А. Ткаченко 2018].

Психически больные лица способны причинять определенный и весьма существенный вред своими неправильными, неадекватными реальной обстановке действиями, которые совершаются нередко с большим упорством и активностью, своеобразной целеустремленностью [М.М. Мальцева, В.П. Котов, 1995; И.А. Кудрявцев, 2013; L.A. Terpin, 2005]. Поэтому профилактике ООД психически больных необходимо уделять особое внимание [Т.Б. Дмитриева, Б.В. Шостакович, 2002; E. Elbogen et al., 2009].

Под судебно-психиатрической профилактикой (СПП) понимают раздел психиатрической помощи, включающий комплекс мер по выявле-

нию, лечению и психосоциальной реабилитации пациентов с психическими расстройствами, направленных на профилактику их общественной опасности [О.А. Макушкина с соавт., 2018].

Система оказания специализированной психиатрической помощи помимо клинической функции выполняет весьма значимую роль защиты прав психически больных граждан и профилактики общественно опасных действий [Т.Б. Дмитриева, 2004; А.Г. Санников, 2008]. Система судебно-психиатрической профилактики представляет особый раздел медицинской службы, включающий комплекс неспецифических и специфических форм работы, направленных на выявление лиц, страдающих психическими расстройствами, оказание им квалифицированной специализированной помощи, первичную и вторичную превенцию общественной опасности [Н.Д. Букреева, 2004; Е.Г. Дозорцева, А.А. Федонкина, 2013; Н.К. Демчева с соавт., 2015]. В их реализации в той или иной степени задействованы все подразделения психиатрической службы страны, как на региональном, так и на федеральном уровнях [О. А. Макушкина с соавт., 2013, 2016].

Среди всех пациентов с риском общественно опасного поведения, находящихся под АДН, выделяют две основные подгруппы. Одну из них (подгруппу вторичной профилактики) составляют больные, совершившие в течение жизни ООД, в 2011 г. их было 40108 человек (77,8% в группе АДН). Данная подгруппа состоит в основном из пациентов, в отношении которых АДН установлено после отмены принудительного лечения (ПЛ) в психиатрическом стационаре или совершивших преступление до начала заболевания [А.Н. Павлухин с соавт., 2007]. Вторая подгруппа включает больных, не совершивших ООД, но представляющих потенциальную опасность в силу наличия у них симптомов, обуславливающих склонность к социально опасному поведению (подгруппа первичной профилактики) - ее численность в 2011 г. в РФ составляла 11 577 человек (22,6% в группе АДН).

Оценка факторов риска совершения ООД психически больным является актуальной задачей современной психиатрии и требует научной проработки [Ю.М. Антонян и соавт., 2002; Л. М. Барденштейн, Ю. Б. Можгинский, 2005; О.А. Макушкина с соавт., 2011; H.J. Steadman et al., 1998]. Итогом такой работы должен стать понятный механизм применения мер профилактики в отношении лиц, потенциально способных совершить ООД.

Злоупотребление и употребление различными психоактивными веществами, значительно повышают риск совершения общественно опасного деяния – является первым и значительным фактором риска [С. Fulwiler et al., 1997; J. Bonta et al., 1997; E. Silver, 2002]. Некоторые исследователи людей, злоупотребляющие психоактивными веществами (ПАВ) [B. Link, 1995; K. Dean et al., 2006], приравнивают к лицам, которых имеют психические отклонения и имеют повышенный риск совершить общественно опасное действие. При сочетании психического расстройства у человека, одновременного его злоупотреблением ПАВ и отказа от поддерживающего лечения риск совершения ООД возрастает во много раз [С. Fulwiler et al., 1997].

Другие исследователи при изучении факторов риска совершения ООД психически больными уделяют таким значениям как социо- демографическим и клиническим факторам [С.Д. Webster, 1997; J.S. Brekke et al., 2001] и утверждают, что для предотвращения повторных ООД необходимо учитывать такие факторы риска как клинико-психопатологические и социально-психологические критерии.

Современные данные российских исследователей говорят о том, что 57% преступников, отбывающих наказание за насильственные преступления, имеют психические расстройства. Причем в отличие от зарубежных источников, по российским данным увеличение числа судимостей находится в прямо пропорциональной связи с ростом количества лиц с психическими расстройствами, что позволяет предположить наличие

взаимосвязи между кратностью пребывания в местах лишения свободы и заболеванием. Винникова И.Н. [2009] отмечает у больных с шизофренией в качестве факторов риска: малопрогрессирующий тип течения заболевания, умеренную выраженность негативных расстройств, сочетанную патологию (зависимость от психоактивных веществ, органическое поражение головного мозга), асоциальный тип личностных установок, недостаточный уровень образования, факторы социального неблагополучия (нетрудоустроенность, признаки семейной дезадаптации, социальная незащищенность больных), наличие акцентуации характера и склонность к аутоагрессивным действиям. Отдельно автор отмечает в качестве фактора риска и возраст пациентов 17-30 лет, связывая это с неблагоприятными условиями воспитания и жизни пациентов.

Подробно факторы риска совершения ООД психически больными были изучены в работе З.Б. Положей [1999]. В группу исследуемых были включены лица, которые совершили ООД и по результатам СПЭ были признаны невменяемыми. Основное внимание в работе уделено исследованию социальных факторов, среди которых: антисоциальное окружение, конфликты в семье, отсутствие свободы и подавление личной инициативы, социальная незащищенность, утрата работы, неблагоприятные жилищные условия и т.д. Автором отмечено, что ведущее место в клинической структуре среди исследуемых лиц занимает шизофрения (47,4 %), тогда как органические психические расстройства и умственная отсталость - 39,9%.

Идея необходимости выделения социальных факторов рассматривалась и в работах нового тысячелетия [Г.М. Усов, 2008; О.А. Макушкина, Л.А. Муганцева 2016].

Структура клинических диагнозов среди лиц, признанных невменяемыми, чаще всего представлена диагнозами шизофрения (шифр F20 по МКБ-10), олигофрения (F70-F79) и реже с органическими психическими

расстройствами (F00-F09). Если в 1995 средний процент по России данных заболеваний составлял 59,6%, 14% и 5,7% соответственно [М.М. Мальцева, В.П. Котов, 1995], то в 2014 году 44,8%, 26,4% и 21,1% [А.Р. Мохонько с соавт. 2015]. Традиционно большая часть общественно опасных действий приходится на долю больных шизофренией – около 50 %. За последнее два десятилетия данный процент снижается и увеличивается почти в два раза доля ООД, совершенных больными с диагнозом олигофрения. Также можно наблюдать почти четырехкратное увеличение относительных показателей у подэкспертных, признанных невменяемыми с диагнозом органические психические расстройства.

Особое внимание необходимо уделять лицам, совершившим тяжкие правонарушения, такие как убийства, причинение вреда здоровью и т.д., доля их составила 18,1%. Незначительный процент составляют преступления сексуального характера и против общественной и государственной безопасности: 3% и 2% соответственно.

В настоящее время собираемые данные подвергаются ретроспективному анализу и реальное положение дел, а соответственно и выводы о состоянии ООД психически больных в регионах и по стране в целом делаются с опозданием. В то время как профилактика общественно опасных действий имеет большое значение в превенции совершения преступлений психически больными. Поэтому актуальным является возможность мониторинга и прогноза ООД психически больных в режиме реального времени по основным параметрам, отражённым в отраслевой отчетной форме.

1.2 Методы, технологии и применение мониторинга в медицине

На сегодняшний день анализ деятельности в любой сфере требует своевременной и качественной информации. Именно исходная информация, ее оперативность, достоверность, полнота, адаптированность к форме, возможностям, целям действующей системы формирует качество

управленческих решений [В.С. Кудрин, 2001]. Разработка и использование необходимых сведений об объекте и преобразования их в практически полезную информацию являются одной из задач управления здравоохранением, требующих первоочередного решения [К. Вудард, Н. Малахов, 1996], поскольку только с помощью современных методов сбора и обработки информации возможно принятие научно обоснованных управленческих решений [Ю.П. Адлер с соавт., 1999].

Во время сбора анализа и составления прогнозов информация может устареть и быть неактуальной, поэтому возникает проблема своевременности и актуальности получаемой информации по проблемам современного здравоохранения. Данные задачи выполняет мониторинг.

Мониторинг – целенаправленный процесс, включающий перманентное наблюдение, анализ, оценку и прогноз состояния объекта [С.А. Мартыничик, 2007]. Или, обобщая процессы сбора, обработки и анализа информации понятием «диагностика», – процесс диагностики состояния объектов управления с периодичностью, определяемой субъектом управления и необходимой ему информацией для принятия и реализации решений по коррекции поведения управляемого объекта [С.А. Гаспарян, 2007]. Особая роль в проведении мониторинга отводится выбору исследуемого объекта и его показателей, которые должны быть социально важными. При их анализе выявляются положительные или отрицательные аспекты социальной эффективности.

В общем понимании мониторинг выполняет следующие основные функции: информирование о текущем состоянии исследуемого объекта, своевременное выявление отклонений от среднестатистических показателей наблюдаемых параметров и глубокий всесторонний анализ результатов по полученным данным с возможностью прогнозирования.

Непрерывность наблюдения за информацией о состоянии и функционировании оцениваемого объекта и фиксации этой информации прак-

тически недостижима и носит условный характер [В.С. Кудрин, 2001], поэтому необходимо оптимизировать периодичность в соответствии со сферой деятельности, в рамках которой проводится мониторинг.

При разработке системы мониторинга необходимо учитывать следующие механизмы его реализации [С.А. Мартынчик, 2007]:

1. Нормативно-правовое обеспечение,
2. Информационное обеспечение,
3. Ресурсное обеспечение,
4. Организационно-экономическое обеспечение (методическое и инструментальное).

Согласно С.А. Гаспаряну [2007] выделяется четыре взаимосвязанных раздела мониторинга, где системообразующим значением обладает мониторинг здоровья населения (рис. 1).

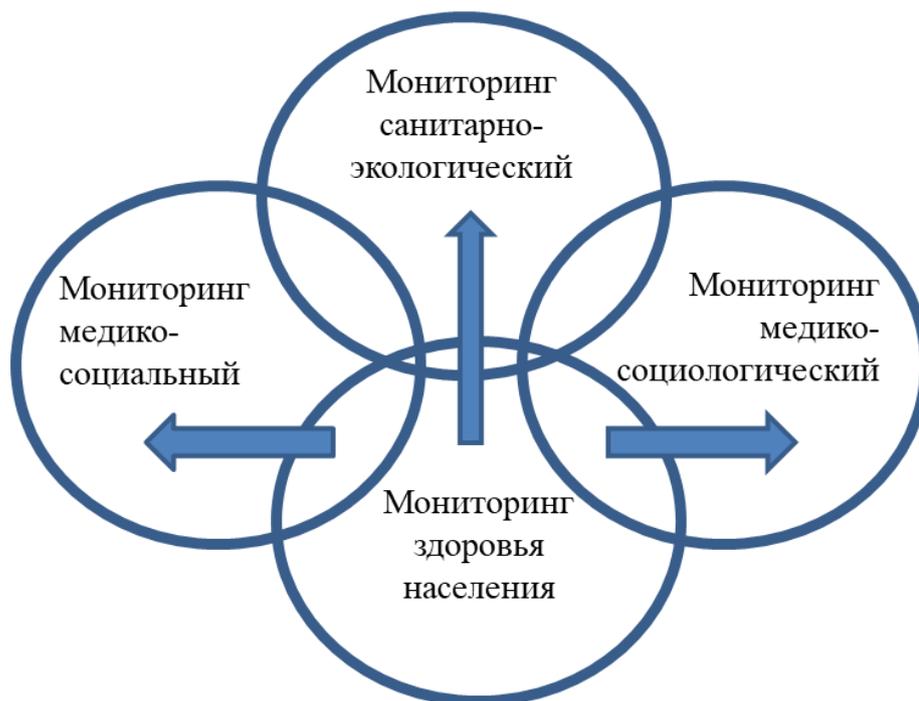


Рисунок 1. Схема взаимосвязи разделов мониторинга процессов охраны здоровья населения по Гаспаряну С.А., 2007 г.

На сегодняшний день существует множество систем мониторинга на разных уровнях системы здравоохранения Российской Федерации, которые классифицируются по направленности [Т.В. Зарубина с соавт., 2016]:

- 1) Динамический контроль медико-демографических показателей: рождаемости, заболеваемости, инвалидности, смертности;
- 2) Периодический контроль состояния здоровья – диспансерные осмотры населения (общие, профессиональных групп, возрастных групп и др.);
- 3) Эпидемиологический мониторинг по нозологическим группам, позволяющий получить сравнительную информацию о распространенности хронических заболеваний на территории России, в том числе среди разных возрастных, профессиональных и этнических групп;
- 4) Социально-гигиенический мониторинг, в том числе медико-дозиметрический и медико-экологический мониторинг;
- 5) Мониторинг генетических процессов в популяции и отдельных субпопуляциях населения страны.

В целом технологии мониторинга применимы в разных областях медицины: анестезиологии [Е.В. Флеров с соавт., 2005], реанимации и интенсивной терапии [Б.Д. Зислин с соавт., 2005; С.Л. Швырев, Т. В. Зарубина, 2016], психиатрии и наркологии [В.С. Ястребов с соавт., 2004; Егоров Д.Б., Санников А.Г. 2008; С.И. Гаврилова с соавт., 2017], неврологии [Ю.Б. Белоусов с соавт., 2013], офтальмологии [О.М. Андрюхина, 2015], педиатрии [Б.А. Кобринский, 2016], онкологии [А.Н. Антипанова, В.С. Кошкина, 2007; Н.В. Аброськина с соавт., 2017], охраны труда [А.Р. Токарев, 2017], генетике [Б.А. Кобринский, 2017], организации здравоохранения [С.А. Ефименко, Т.В. Зарубина, 2007] и т.д.

Помимо этого, на сегодняшний день сотрудниками ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и нарколо-

гии им В.П. Сербского» Минздрава России была разработана оригинальная методика структурированной оценки риска опасного поведения (СОРОП) [О.А. Макушкина, Л.А. Муганцева, 2016]. В СОРОП для принятия решения о потенциальной общественной опасности используются 22 параметра (признака), распределённые между тремя блоками: клинические признаки; анамнез жизни, социальная адаптация. Блок клинических признаков состоит из 7 параметров оценки и включает определение клинических предпосылок к формированию опасного поведения. Блок анамнестических данных, также включает 7 параметров, связанных с наличием криминального опыта, расстройств поведения, асоциальности и др. Блок социальной адаптации содержит 6 факторов, помогающих оценить социализацию пациента. Данная методика с высокой степенью достоверности позволяет определить риск опасного поведения у лиц с психическими расстройствами: высокий, повышенный, средний, пониженный либо низкий уровень общественной опасности. В зависимости от объемов исследуемых параметров мониторинг может осуществляться вручную либо программными и аппаратными средствами. При большом количестве параметров мониторинга и/или накоплении достаточно объемного массива данных актуальным является использование последнего варианта – привлечение компьютерных технологий.

Попытки формализовать оценку общественной опасности психически больных встречаются и у других отечественных [В.М. Шумаков с соавт., 1986; М.Ф. Денисов, 1994; О.А. Пономарев с соавт., 2007; С.И. Григорьев, Е.В. Снедков, 2013] и зарубежных авторов [K.R. Gable, 1986; P.R. Kropp et al., 1995; R. Haim, 2002; J.A. Monahan, 2006; G.T. Harris, M.E. Rice, 2007; R.J. Snowden, 2007; S.D. Hart, D.J. Cooke, 2013; J.P. Singh, 2013; A. Rossegger et al., 2014].

Таким образом, для принятия верных и своевременных научно-обоснованных управленческих решений необходимо обладать целостной,

актуальной и достоверной информацией об объекте исследования. Существующая на сегодняшний день сдача медицинскими организациями ежегодной статистической отчетности не позволяет в полной мере своевременно оценить положение дел. Необходимо проводить наблюдения с меньшей кратностью с помощью технологий мониторинга. На сегодняшний день определены механизмы разработки систем мониторинга, принципиальные основы организации его применения.

1.3 Математическое моделирование и прогнозирование в медицине

На сегодняшний день методы математического моделирования широко применяются в научных исследованиях в области медицины. Научные исследования в области медицины основаны на большом количестве эмпирических данных, которые необходимо анализировать, находить закономерности, создавать математические модели и применять их в практическом здравоохранении.

Математическое моделирование довольно широко применяется в разных областях медицины: травматологии [В.П. Глазков с соавт., 2015], гастроэнтерологии [В.А. Лазаренко с соавт, 2018], эндокринологии [А.Е. Гаврилова с соавт., 2017], офтальмологии [Н.А. Зенкова, 2017], онкологии [Ю.В. Шевченко с соавт., 2008; М.Б. Кузнецов, А.В. Колобов, 2017], кардиологии [А.С. Смычков с соавт., 2010] и других.

Одним из направлений математического моделирования является исследование и прогнозирование временных рядов. Основной целью анализа ВР является получение исчерпывающей информации, выявление всех возможных зависимостей из представленных данных: общий тренд развития, циклические и сезонные процессы, а также стохастическую (случайную) составляющую.

Идея нечеткого моделирования поведения сложных систем по временным рядам основана на базовой модели нечеткого временного процесса [Q. Song, B. Chissom, 1993].

Говоря о временных рядах, чаще всего подразумеваются дискретные наблюдения с равными промежутками времени. Однако существуют статьи, где рассматривается преобразование неэквидистантного ряда в последовательность с равными промежутками времени посредством интерполяции последовательности кубическими β -сплайнами [В.В. Сказкина с соавт., 2018]. Первым шагом при анализе ВР является сглаживание, как способ усреднения данных. Наиболее простым методом сглаживания является скользящее среднее, при котором вместо исходных данных рассчитываются средние величины соседних значений [P.F. Velleman, D.C. Hoaglin, 1981]. Другим не менее популярным способом является метод наименьших квадратов, результатом которого является преобразованный ВР в виде сглаженной кривой.

Многие авторы для среднесрочного прогнозирования используют метод экспоненциального сглаживания. Так, например, проведен анализ заболеваемости населения алкогольными психозами и алкоголизмом на уровне РФ, Центрального Федерального округа и Воронежской области, выявлены районы с неблагоприятной обстановкой [В.П. Косолапов, И.И. Манакин, 2016]. Основанный на экспоненциальном сглаживании метод Брауна применялся в работах В.В. Котина (2014) для прогнозирования заболеваемости. Модель Брауна может отображать развитие не только в виде линейной тенденции, но также в виде случайного процесса, не имеющего тенденции, а также в виде изменяющейся параболической тенденции. Схожая с предыдущим методом модель Хольта применялась для анализа данных о распространенности заболеваний на региональном и муниципальном уровнях [О.Н. Чопоров с соавт., 2015].

Для анализа временных рядов также применяют регрессионный анализ, при котором независимой переменной является время. Часто применение только линейной регрессионной модели бывает достаточно для понимания развития тренда, построения адекватного прогноза. Данный метод использовался для оценки потери здоровья населения г. Кемерово

от инфаркта миокарда за 2006-2012 гг. [М.В. Табакаев с соавт., 2014]. Однако в некоторых работах говорится о недостаточности данного метода, так как ВР может иметь нелинейную зависимость, например, при анализе временных рядов при прогнозировании природно-очаговых инфекций [В.А. Евстегнеева с соавт., 2015]. Среди нелинейных зависимостей часто применяются другие варианты описания тренда ВР: параболическая, логарифмическая, гиперболическая, экспоненциальная, степенная и другие модели [Д.Б. Егоров, А.Г. Санников, 2009; В.Г. Шуметов, 2016].

Достаточно полно описать временной ряд может аддитивная (1) или мультипликативная (2) математическая модель [О.В. Воробей, 2017; З.Р. Махкамова, 2017].

$$Y(t) = C(t) + S(t) + G(t) + E(t) \quad (1)$$

$$Y(t) = C(t) * S(t) * G(t) * E(t) \quad (2)$$

где основными составляющими являются циклическая $C(t)$, сезонная $S(t)$, трендовая $G(t)$ и стохастическая $E(t)$.

При анализе ВР с помощью данных моделей последовательно элиминируют возможные зависимости до получения, так называемого, «белого шума». Данное понятие подразумевает временной ряд со средним значением равным нулю, постоянной дисперсией, и нулевой корреляцией последовательных наблюдений, то есть нулевой автокорреляцией [Т.Дж. Уотшем, К. Паррамоу, 1999].

Сезонные и циклические составляющие временного ряда могут быть найдены с помощью коррелограмм, которые показывают численно и графически автокорреляционную функцию. Другой полезный метод исследования периодичности состоит в исследовании частной автокорреляционной функции, в которой устраняется зависимость между промежуточными наблюдениями. Частная автокорреляция дает более чистую картину периодических зависимостей.

Для глубокого анализа ВР и получения адекватного прогноза рекомендуется применять метод авторегрессионного проинтегрированного

скользящего среднего (autoregressive integrated moving average – ARIMA), как к стохастической составляющей аддитивной или мультипликативной модели, так и для анализа исходного ВР только данным методом. Методология построения ARIMA-моделей была разработана G.E.P. Вох и G.M. Jenkins в 1970 году. Данный метод часто применяется в различных областях науки. Одним из его недостатков является сложность. Поэтому недостаток квалификации исследователей может затруднить применение данной модели и интерпретацию результатов [D.G. Vails, L.C. Peppers, 1982].

Идея данного анализа заключается в нахождении зависимости текущего значения от показателей предыдущих временных отрезков. При зависимости только от предыдущего значения, говорят об авторегрессии первого уровня AR ($p=1$), от двух предыдущих – AR ($p=2$) и т.д. Помимо самих значений ВР, зависимость может быть найдена и в ошибках значений каждой временной точки. В случае если текущая ошибка зависит только от предыдущей, то это первый порядок скользящего среднего МА ($q=1$), если ошибка зависит от двух предыдущих ошибок – МА ($q=2$) и т.д. Таким образом, частным случаем модели ARIMA является модель ARMA с параметрами (p, q). Данной моделью можно пользоваться, только если ВР является стационарным [C. Chatfield, 2000; G. Kirchgässner, J. Wolters, 2007]. «Стационарность» временного ряда определяется наличием постоянного среднего значения, неизменяемой дисперсии, а ковариация зависит только от временного интервала между отдельными наблюдениями [Т.Дж. Уотшем, К. Паррамоу, 1999; R.S. Mariano, Т. Yiu-Kuen, 2008].

В некоторых работах модель ARIMA используется изолированно, не в составе аддитивной или мультипликативной моделей. Так, например, была проанализирована травматическая смертность и потребление алкоголя в Мурманской области [К.В. Шелыгин, Л.И. Ложкина, 2016].

С помощью данного метода можно проанализировать и сезонную, и циклические составляющие. Данная методика является расширением

данного метода и называется SARIMA с параметрами $(p,d,q)(P,D,Q)m$, где P,D,Q являются аналогичными параметрами для сезонной составляющей, а m – период сезонной зависимости. Применение SARIMA в области медицины описано в статьях Л.Я. Бухарбаевой, Ю.В. Егоровой. (2018) для прогнозирования региональной заболеваемости гриппом и ОРВИ; Ю.Е. Разводовского с соавт. (2015) для прогнозирования уровня суицидов; Yan C.Q. (2019) для прогнозирования заболеваемости туберкулезом в Китае, Yu X. et al. (2019) для заболеваемости шистосомозом в Китае и др.

Существуют и принципиально другие подходы к анализу ВР, типа вейвлет-преобразования как обобщения спектрального анализа, например, в работе Э.Р. Рагозиной и О.В. Рагозиной (2016) для выявления циркасаптанной ритмической активности в спектре вызовов скорой помощи. В некоторых работах прогноз временного ряда строится на основе нейросетевых моделей [С.В. Широкоступ, 2019; M. Soliman, 2019].

Таким образом, спектр инструментов для моделирования и прогнозирования временных рядов достаточно широк. Если необходимо дать характеристику только тренду (тенденции) процесса во времени, то достаточно использовать методы экспоненциального сглаживания в различных вариантах или регрессионного анализа линейного или нелинейного. В случае наличия сезонных или циклических составляющих применяют методы автокорреляционной или частной автокорреляционной функции. Чаще применяются аддитивные и мультипликативные модели временного ряда. Наиболее полно временной ряд можно проанализировать с помощью методов ARIMA. Данный способ в сочетании с вариантом SARIMA помогает привести временной ряд к стационарному виду и выявить все зависимости временного ряда.

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1 Материалы исследования

Основой исследования являлись деперсонифицированные годовые базы данных результатов работы амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы в Тюменской области за 2001-2016 гг., каждая запись в которых соответствовала одной проведенной экспертизе. Общее количество записей в базах данных за указанный период составило 31793. Учитывая, что целевыми являлись экспертизы по уголовным делам, проведенные над подэкспертными, которые являлись обвиняемыми или подозреваемыми, в анализе участвовала 22 981 экспертиза.

В каждой записи хранилась следующая информация о подэкспертном и проведенной экспертизе, необходимая для проведения исследования: пол, возраст на момент экспертизы, вид дела, дата проведения экспертизы, заключение, клинический диагноз по МКБ-10, номер статьи УК РФ, район совершения преступления и другие.

2.2. Математическое моделирование и прогнозирование временных рядов

Для анализа и прогнозирования временных рядов использовались несколько математических подходов. Традиционно под временным рядом понимают упорядоченную во времени последовательность величин

$$Y(t) = Y_1, Y_2 \dots, Y_t,$$

где t – момент времени [Е.П. Чураков, 2008].

Принято выделять несколько основных элементов временного ряда: сезонная – $S(t)$, циклическая – $C(t)$, детерминированная (или трендовая) – $G(t)$ и случайная (или стохастическая) – $E(t)$. Циклическая компонента отличается от сезонной тем, что продолжительность цикла, как правило, больше, чем один сезонный период и разные циклы могут иметь разную продолжительность. В работе использовался аддитивный подход к анализу составляющих временного ряда:

$$Y(t) = C(t) + S(t) + G(t) + E(t). \quad (3)$$

Для построения модели временного ряда последовательно идентифицируют сезонные и циклические компоненты, далее детерминированную составляющую, и, в конечном итоге, обрабатывают остаточный ряд. В процессе определения варианта математической модели, как системы, отражающей реальность, могут отсутствовать все аддитивные компоненты, тогда модель рассматривается как «белый шум». Данное понятие подразумевает временной ряд со средним значением равным нулю, постоянной дисперсией, и нулевой корреляцией последовательных наблюдений, то есть нулевой автокорреляцией [Т.Дж. Уотшем, К. Паррамоу, 1999].

Определение циклических и сезонных компонентов осуществлялось на основе анализа автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций.

Детерминирующая составляющая находилась после исключения циклического и сезонного элементов методами регрессионного анализа, в основе которого лежит метод наименьших квадратов [Н. Дрейпер, Г. Смит, 2016]. Для этого составлялись соответствующие системы уравнений различного уровня, для решения которых применялись методы Гаусса и Крамера.

Среди регрессионных моделей рассматривались следующие варианты [Г.А. Соколов, Р.В. Сагитов, 2017]:

- 1) Линейная модель $G(t) = at + b$ (4);

- 2) Параболическая модель $G(t) = at^2 + bt + c$ (5);

- 3) Логарифмическая модель $G(t) = a \ln t + b$ (6);

- 4) Гиперболическая модель $G(t) = \frac{a}{t} + b$ (7);

- 5) Экспоненциальная модель $G(t) = \exp(at + b)$ (8);

- 6) Степенная модель $G(t) = at^b$ (9);

- 7) Полиномиальная 3-й степени $G(t) = at^3 + bt^2 + ct + d$ (10)

Критерием оптимальности регрессионных моделей при сравнении друг с другом являлся наибольший коэффициент детерминации R^2

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS}, \quad (11)$$

где ESS – сумма квадратов регрессионных остатков, а TSS – общая дисперсия. ESS рассчитывалась по формуле

$$ESS = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2,$$

где n – общее количество наблюдений, Y_t – фактическое значение переменной, \hat{Y}_t – расчетное значение переменной по регрессии.

TSS рассчитывалась по формуле

$$TSS = \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t)^2,$$

где n – общее количество наблюдений, Y_t – фактическое значение переменной, \bar{Y}_t – среднее значение.

После элиминации уже рассчитанных циклической, сезонной и детерминирующей элементов обрабатывается остаточный ряд с помощью методов авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС, ARIMA - англ.) [G.E.P. Vox, G.M. Jenkins, 1970].

Предварительно стохастический ряд мог подвергаться сглаживанию при наличии выбросов, которые определялись как выход из диапазона

$$M[X] \pm 3 * \sigma,$$

где $M[X]$ – математическое ожидание временного ряда, σ – средне-квадратичное отклонение.

Для сохранения математического ожидания и минимизации влияния сглаживания на общие закономерности временного ряда при наличии выброса его значение приравнивалось к $M[X] \pm 2 * \sigma$, остаток же равномерно распределялся между двумя предыдущими и двумя следующими

значениями. При крайнем выбросе распределение происходило равномерно на существующие соседние значения. Во избежание появления новых выбросов данная процедура использовала рекурсию до тех пор, пока выбросы не исчезнут. Далее анализировался сглаженный временной ряд. Если в детерминирующей составляющей значения $G(t)$ зависят от t , то стохастический процесс рассматривается в виде [Е.П. Чураков, 2008; D.S.G. Pollock, 1999].

$$E(t) = \mu + \alpha_1 E_{t-1} + \alpha_2 E_{t-2} + \dots + \alpha_p E_{t-p} + \\ + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_{t-q} \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_0, \quad (12)$$

где $E_{t-1}, E_{t-2} \dots E_{t-p}$ – предыдущие значения стохастической составляющей временного ряда; $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2} \dots \varepsilon_{t-q}$ – предыдущие значения ошибок стохастической составляющей временного ряда; p – порядок авторегрессии; q – порядок скользящего среднего; μ – константа; $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_p$ – коэффициенты авторегрессии; $\theta_1, \theta_2 \dots \theta_{t-q}$ – коэффициенты скользящего среднего; ε_0 – белый шум.

Интерпретация константы μ зависит от параметров искомой модели. Если в модели нет параметров авторегрессии, то константа есть среднее значение ряда, если параметры авторегрессии определены, то константа представляет собой свободный член [J.K. Lindsey, 2004].

Анализ временных рядов методами ARIMA актуален только для стационарных данных [С. Chatfield, 2000; G. Kirchgässner, J. Wolters, 2007]. Понятие «Стационарность» временного ряда подразумевает наличие постоянного среднего значения, неизменяемой дисперсией, а ковариация зависит только от временного интервала между отдельными наблюдениями [Т.Дж. Уотшем, К. Паррамоу, 1999; R.S. Mariano, Т. Yiu-Kuen, 2008]. Для достижения стационарности необходимо брать разности ряда до тех пор, пока он не станет стационарным (возможно применение логарифмического преобразования для стабилизации дисперсии). Число раз-

ностей, которые были взяты, чтобы достичь стационарности, определяются параметром d . В итоге получаем единую модель ARIMA (p, d, q) , которую принято считать процессом авторегрессии порядка p и d раз проинтегрированного скользящего среднего порядка q [P.H. Franses, 2004].

Основной задачей прогнозирования временного ряда является поиск наилучшей оценки эмпирических данных с целью предсказания поведения наблюдаемого параметра $\hat{E}_{(N+h)}$, где h – это шаг прогноза, а N – количество наблюдений [J. D. Hamilton, 1994; P.J. Brockwell, 2002].

Общая формула нахождения прогноза на h шагов для модели ARMA (p, q) использовалась следующая:

$$\hat{E}_{(N+h)} = \mu(1 - \alpha_1 - \dots - \alpha_p) + \alpha_1 E_N + \dots + \alpha_p E_{N+h-p} + \theta_1 \varepsilon_N + \dots + \theta_q \varepsilon_{N+h-q} \quad (13)$$

Для математической модели, представленной только наличием стохастической составляющей, оптимальные структурные и параметрические идентификаторы определялись по наименьшему значению байесовского информационного критерия (BIC) [R.H. Shumway, D.S. Stoffer, 2006]:

$$BIC = \frac{(p + q) \ln N}{N} + \ln \left(\frac{\sum_{t=1}^N e_t^2}{N} \right) \quad (14),$$

где e_t – ошибка, разница между фактическим и рассчитанным по модели значениями. По сравнению с аналогичным Акаике информационным критерием (AIC) модификация BIC обладает большим значением штрафа за количество параметров p и q [G. Kirchgässner, J. Wolters, 2007].

В моделях временного ряда, состоящих не только из стохастической составляющей, применялся минимальный показатель значения суммы квадратов ошибок:

$$\sum_{t=1}^N e_t^2 \quad (15)$$

Таким образом, выбор оптимального варианта аддитивной математической модели обуславливался минимальным показателем критерия ВИС либо суммой квадратов разности между реальными и модельными данными.

2.3 Прикладное программирование

С целью программной реализации алгоритмов построения математической модели использовались методы прикладного программирования, которые призваны решать конкретные пользовательские задачи и рассчитаны на непосредственное взаимодействие с пользователем.

Среди программных средств для решения поставленных задач приоритет отдается средам высокоуровневого объектно-ориентированного программирования. Одной из таких является среда Delphi XE2 (Embarcadero Technologies, USA). Данный продукт позволяет быстро создавать приложения различной степени сложности – от простейших программ до профессиональных, предназначенных для работы с базами данных [Н.Б. Культин, 2011]. По этой причине Delphi XE2 является популярным и часто используемым инструментом программирования.

При создании программы применялись основные визуальные компоненты, а также компоненты семейства FIBS для взаимодействия с базой данных.

В целом среда программирования Delphi XE2 является гибким инструментом для создания автоматизированных систем, в том числе и работающих с базами данных.

2.4 Система управления базами данных

Хранение информации осуществляется в базах данных (БД), где отображается состояние объектов и их взаимосвязей в рассматриваемой предметной области [А.Д. Хомоненко с соавт., 2009]. Система управления базами данных (СУБД) – это совокупность языковых и программных

средств, предназначенных для ведения и использования БД [О.Л. Голицина с соавт., 2016]. На сегодняшний день существует множество различных СУБД, предназначенные для разных задач: от промышленных (Oracle, Interbase, Firebird, MS SQLServer и др.) до систем, поддерживающие небольшие проекты (SQLite, MS Access и др.).

В настоящей работе использовался продукт FireBird (FB), который является кроссплатформенной компактной реляционной СУБД с архитектурой клиент-сервер, промышленного применения, не требующей высоких требований к аппаратному обеспечению. Соответствует стандартам SQL (Structured Query Language – язык конструирования запросов) [Х. Борри, 2006]. Базируется на многих операционных системах, таких как Windows и Linux, Mac OS X, Solaris, FreeBSD, HP-UX b и др.

Ядро FB состоит из двух основных компонентов: сервер базы данных, который выполняется на сетевом хост-компьютере, и клиентская библиотека, через которую пользователи с удаленных рабочих станций соединяются с базой. Обычно соединение с удаленной базой данных происходит через стандартный сетевой протокол TCP/IP.

2.5. Методы статистической обработки данных

В работе были использованы методы описательной статистики. Использовались меры среднего уровня: среднее значение, стандартная ошибка, максимум, минимум, математическое ожидание; меры рассеяния: дисперсия, среднеквадратичное отклонение и т.д.

Для проверки адекватности математической модели и точности построенного прогноза использовали следующий метод. Подбирался оптимальный вариант математической модели для временного ряда, и строился прогноз для заранее известных значений временного периода. Затем выдвигалась гипотеза о наличии статистически значимых различий между фактическими и прогностическими данными. Оценка проводилась по *U*-критерию Манна-Уитни. Выбор данного непараметрического критерия обусловлен невозможностью применения законов нормального

распределения данных к временным рядам. Эмпирический критерий сравнивался с критическим табличным значением при уровне значимости $p = 0,05$. Если эмпирическое U_{emp} больше табличного (для $N_1=N_2=8$ $U_{kr} = 13$), то принимается гипотеза об отсутствии различий групп и подтверждается адекватность выбранной модели. Расчёты производились в системе IBM SPSS Statistics Version 23.

Для подтверждения однородности двух независимых выборок: реальных и прогностических данных, полученных с помощью оптимального варианта математической модели, применялся критерий Лемана-Розенблатта типа омега-квадрат согласно формуле [А.И. Орлов, 2012]

$$A_{emp} = \frac{1}{mn(m+n)} \left[m \sum_{i=1}^m (r_i - i)^2 + n \sum_{j=1}^n (s_j - j)^2 \right] - \frac{4mn - 1}{6(m+n)},$$

где m и n – размеры проверяемых групп данных, i и j – ранги в вариационных рядах, r_i и s_j – ранги в объединенном вариационном ряду.

При условии, что $m = n$, расчет производился по формуле

$$A_{emp} = \frac{1}{2n^3} \left[n \sum_{i=1}^n (r_i - i)^2 + n \sum_{j=1}^n (s_j - j)^2 \right] - \frac{4n^2 - 1}{12n}$$

Показатель A_{emp} сравнивался с табличными критическими значениями статистики омега-квадрат Мизеса для $p = 0,05$, который составляет $A_{kr} = 0,4614$. Гипотеза об однородности выборок принималась при $A_{emp} < A_{kr}$.

2.6 Программный специализированный инструментарий

Основу для анализа общественно опасных действий психически больных составил программный комплекс «Судебно-психиатрическая экспертиза» [А.Г. Санников, С.М. Уманский, Д.Б. Егоров, 2008]. Данная система предназначена для автоматизации документооборота амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы (СПЭС) [А.Г. Санников, 2008].

В состав комплекса входят следующие программы [А. Г. Санников с соавт., 2006]:

- Автоматизированная информационная система «Судебно-психиатрическая экспертиза-Network» (свидетельство Роспатента №2007612741 от 25 июня 2007 года);
- Автоматизированная информационная система «Отчет судебно-психиатрической экспертной комиссии» (свидетельство Роспатента №2006610858 от 28 февраля 2006 года);

2.6.1 Программный инструментарий для учета судебно-психиатрических экспертиз

Автоматизированная информационная система «Судебно-психиатрическая экспертиза-Network» представляет собой программу для фиксации основных данных результатов судебно-психиатрической экспертизы, позволяет формировать годовые базы данных [А.Г. Санников с соавт. 2007, 2008].

Также в программе подготавливается, формируется и экспортируется в текстовый редактор MS Word отраслевая учетная форма № 100/у-03 «Заключение судебно-психиатрического эксперта (комиссии экспертов)».

Формируется отраслевая учетная форма № 105/у-03 «Журнал учета судебно-психиатрических экспертиз».

Программный комплекс имеет двухзвенную клиент-серверную архитектуру, которая позволяет разделять функционал и вычислительную нагрузку между клиентскими и серверными приложениями, что положительно влияет на быстродействие и надежность всей системы в целом. Внешний вид представлен на рисунке 2.

Рисунок 2. Главное окно АИС «Судебно-психиатрическая экспертиза»

Программа позволяет сохранять информацию по каждому заключению судебно-психиатрических экспертов, формируя тем самым годовые базы данных. Структурно программа разделена на разделы «Экспертиза», «Основные данные», «Дополнительные данные», «Результаты экспертизы», «Текст акта» и «Эпикриз».

В программе фиксируются данные о подэкспертном, его фамилия, имя, отчество, дата рождения, пол, адрес. Сохраняются данные о виде дела, по которому проводится экспертиза, типе подэкспертного, номере статьи УК РФ или характере гражданского дела. По окончании экспертизы обязательными для заполнения являются данные о результатах экспертизы, клиническом диагнозе, а в случае невменяемости – рекомендуемые меры.

Программный продукт позволяет автоматически формировать заключение СПЭК в формате документа MS Word (рис. 3).

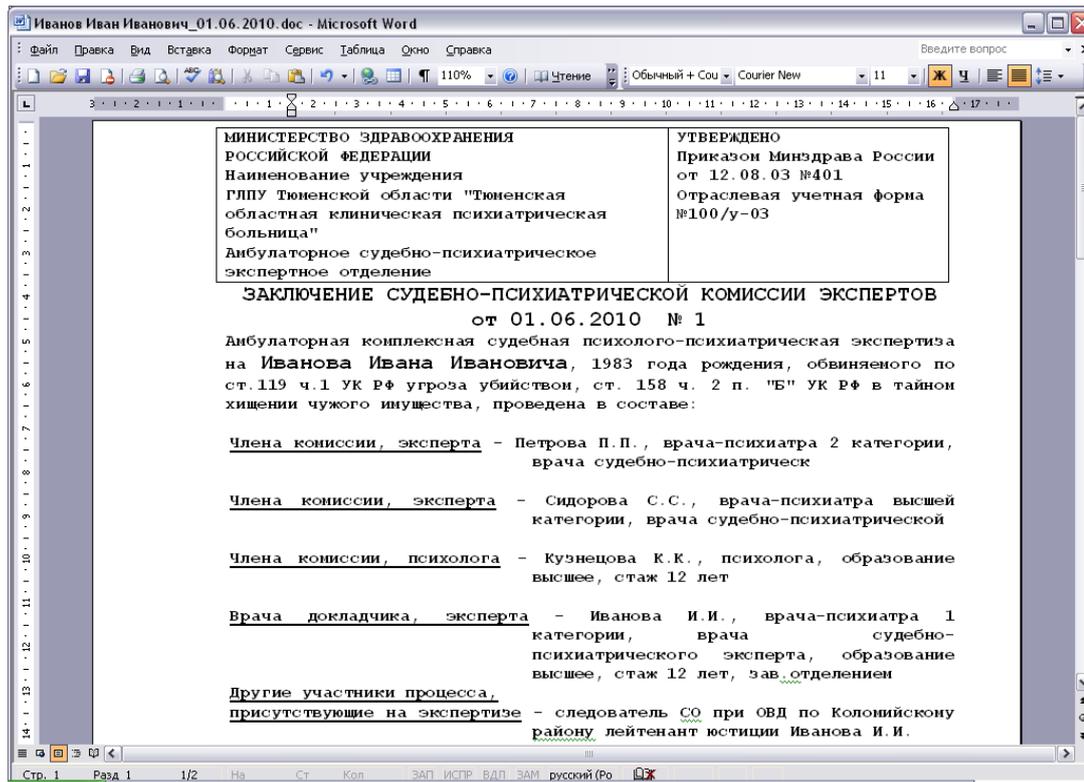


Рисунок 3. Экспорт заключения судебно-психиатрической комиссии экспертов в MS Word

В целом система полностью обеспечивает документооборот судебно-психиатрической экспертной комиссии, формирует годовые базы данных и автоматически экспортирует заключение СПЭК по форме №100/у-03.

2.6.2 Программный инструментарий для формирования годового отчета результатов работы судебно-психиатрического экспертного отделения

Данная АС предназначена для автоматического формирования годового отчета по отраслевой форме №38 на основе созданной и заполненной годовой БД.

Годовой отчет формируется на основе шаблона в формате MS Excel, файл «Отчет №38.xlt». Автоматическое заполнение таблиц отчетной формы сопровождается одновременной проверкой внутри- и межтабличных данных (рис. 4).

Глава 3. Анализ состояния общественно опасных действий психически больных на примере Тюменской области за 2001 – 2016 гг., как основа мониторинга

Основой данных для мониторинга общественно опасных действий психически больных послужил анализ годовых баз данных региональной амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы (АСПЭС) Тюменской области за 2001 – 2016 гг.

Для целей мониторинга ООД психически больных были выбраны критерии, а также подобрана оптимальная кратность наблюдения.

3.1. Анализ состояния общественно опасных действий психически больных и обоснование выбора критериев мониторинга общественно опасных действий психически больных

Выбор критериев мониторинга ООД психически больных проводился по основным показателям отраслевой отчетной формы №38 «Сведения о работе отделений судебно-психиатрической экспертизы», а именно: общий объем экспертиз, проведенных АСПЭС; распределение экспертиз по виду дела; распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по уголовным делам по типу подэкспертных; гендерный признак; возраст подэкспертных; наименование заболеваний, сгруппированных по шифрам МКБ-10; по характеру совершенных преступлений.

3.1.1. Общая характеристика работы амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы

Общий объем судебно-психиатрических экспертиз (СПЭ) составил – 31793, из которых 23,68 % являются комплексными, т.е. с привлечением психолога. Распределение объема проведенных СПЭ по годам представлено на рисунке 5.

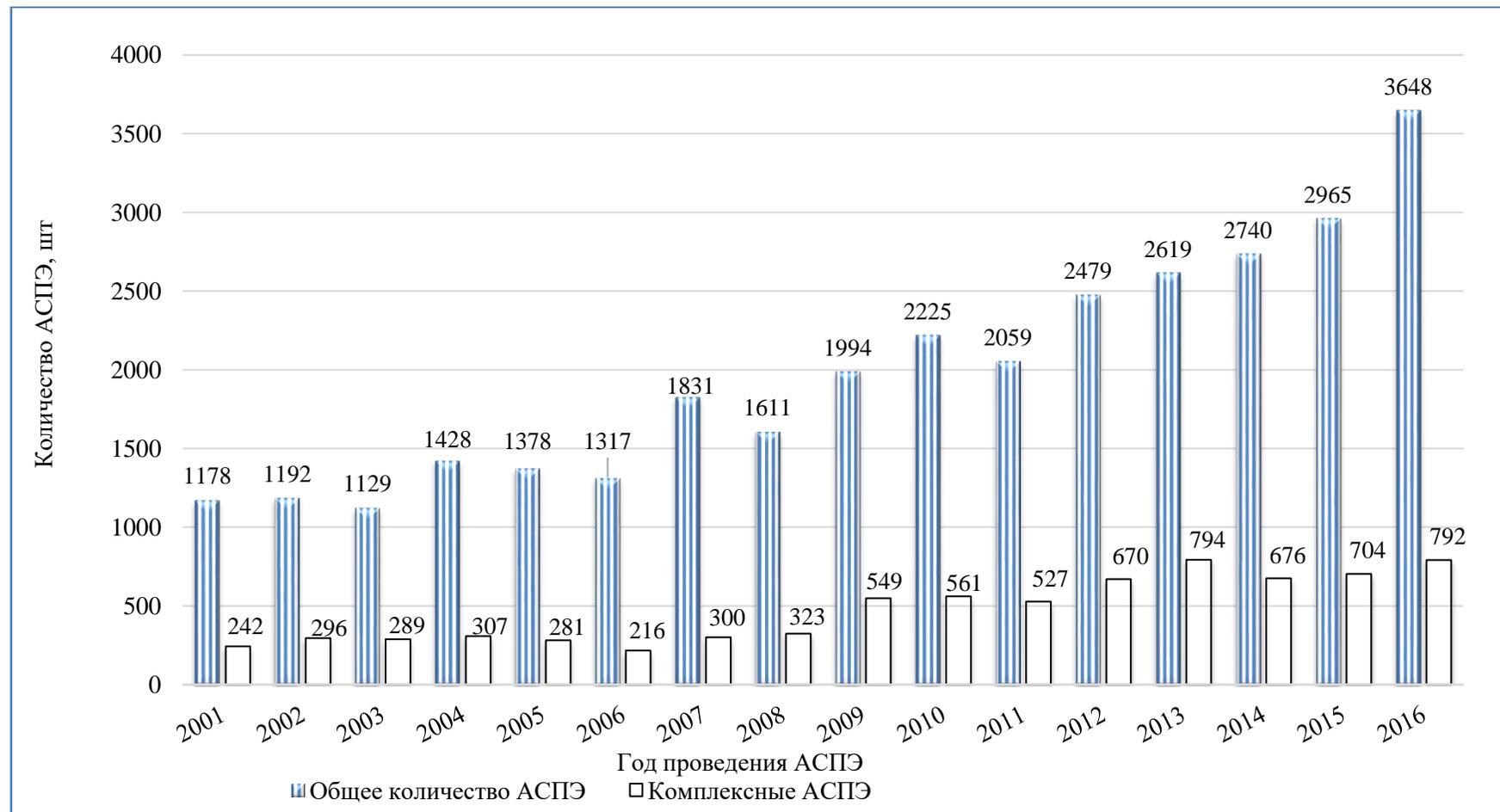


Рисунок 5. Динамика проведения АСПЭ по годам

Анализируя графическое представление общего количества АСПЭ необходимо отметить рост абсолютных показателей, более чем в три раза за 16 лет, при относительно неизменном проценте комплексных экспертиз: 20,54% – в 2001 году и 21,71% – в 2016.

3.1.2. Распределение судебно-психиатрических экспертиз по виду дела

Экспертизы подразделялись по виду дела на уголовные и гражданские. Анализируя данные таблицы 1, необходимо отметить начальное постепенное уменьшение процента экспертиз по уголовным делам с 88,0% – в 2001 году до 53,9 % – в 2007 году. В период с 2008 по 2016 год относительные значения данного показателя повысились до 83,5 % (2013 год) с дальнейшей стабилизацией на среднем уровне – 80%. Четкой тенденции не обнаружено, средний процент экспертиз по уголовным делам за весь период наблюдения составил 77,89%.

Таблица 1.

Распределение АСПЭ по виду дела

Год	Уголовные		Гражданские		Всего
	Абс.	%	Абс.	%	
2001	1036	87,95	142	12,05	1178
2002	1045	87,67	147	12,33	1192
2003	963	85,30	166	14,70	1129
2004	1117	78,22	311	21,78	1428
2005	1003	72,79	375	27,21	1378
2006	832	63,17	485	36,83	1317
2007	987	53,90	844	46,10	1831
2008	1095	67,97	516	32,03	1611
2009	1583	79,39	411	20,61	1994
2010	1770	79,55	455	20,45	2225
2011	1594	77,42	465	22,58	2059
2012	2059	83,06	420	16,94	2479
2013	2187	83,51	432	16,49	2619
2014	2275	83,03	465	16,97	2740
2015	2312	77,98	653	22,02	2965
2016	2907	79,69	741	20,31	3648
ВСЕГО	24765	77,89	7028	22,11	31793

Анализируя абсолютные показатели динамики количества экспертиз по уголовным делам, необходимо отметить наличие явной тенденции роста с 1036 – в 2001 году, до 2907 – в 2016 году. Среди АСПЭ по гражданским делам также наблюдается рост, но уже в менее интенсивном темпе с 142 – в 2001 году по 741 – в 2016 году, с однократным резким увеличением в 2007 году (до 844).

Таким образом, наблюдается явная тенденция к увеличению общего количества проводимых АСПЭ с одновременным ростом количества комплексных экспертиз. Основное место в структуре АСПЭ по виду дела занимают уголовные дела, в среднем 77,89%. Данный показатель является стабильным, четких тенденций к изменению не обнаружено.

3.1.3. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по уголовным делам по типу подэкспертных

За исследуемый период на АСПЭ по уголовным делам основную часть подэкспертных составили обвиняемые или подозреваемые лица – в среднем 93%. При этом необходимо отметить, что увеличивается как абсолютное количество подэкспертных данной категории с 33 в 2001 году до 245 в 2016 году, так и относительные показатели. Постепенно процент экспертиз свидетелей и потерпевших повышается с 3% в 2001 году до 8% в 2016 году (табл. 2).

Таблица 2.

Распределение уголовных АСПЭ по типу подэкспертного

Год	Обвиняемые и подозреваемые		Свидетели и потерпевшие		Всего
	Абс.	%	Абс.	%	
2001	1003	97	33	3	1036
2002	1017	97	28	3	1045
2003	929	96	34	4	963
2004	1080	97	37	3	1117
2005	966	96	37	4	1003
2006	773	93	59	7	832
2007	922	93	65	7	987
2008	1020	93	75	7	1095

2009	1474	93	109	7	1583
2010	1649	93	121	7	1770
2011	1456	91	138	9	1594
2012	1881	91	178	9	2059
2013	1948	89	239	11	2187
2014	2081	91	194	9	2275
2015	2120	92	192	8	2312
2016	2662	92	245	8	2907
ВСЕГО	22981	93	1784	7	24765

Таким образом, основная нагрузка АСПЭЖ определяется подэкспертными, являющимися обвиняемыми или подозреваемыми по уголовным делам, что, собственно, и является общественно опасными действиями психически больных. Общее количество исследуемых амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз составило 22 981.

3.1.4. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по гендерному признаку

Распределение АСПЭ по полу показывает преобладание (91%) психических лиц мужского пола в совершении ООД (Таблица 3).

Таблица 3.

Распределение СПЭ по полу в Тюменской области среди лиц, совершивших ООД, за 2001-2016 гг.

Год	Муж		Жен		Всего
	Абс.	%	Абс.	%	
2001	924	92,12	79	7,88	1003
2002	947	93,12	70	6,88	1017
2003	877	94,40	52	5,60	929
2004	1000	92,59	80	7,41	1080
2005	896	92,75	70	7,25	966
2006	713	92,24	60	7,76	773
2007	841	91,21	81	8,79	922
2008	911	89,31	109	10,69	1020
2009	1331	90,30	143	9,70	1474
2010	1487	90,18	162	9,82	1649
2011	1304	89,56	152	10,44	1456
2012	1690	89,85	191	10,15	1881
2013	1731	88,86	217	11,14	1948
2014	1871	89,91	210	10,09	2081

2015	1914	90,28	206	9,72	2120
2016	2447	91,92	215	8,08	2662
ИТОГО	20884	90,88	2097	9,12	22981

На протяжении всего исследуемого периода процент совершения ООД лицами женского пола находился в промежутке от 5,6 до 11,1. Данный показатель практически не меняется. Мониторировать экспертизы по полу нет необходимости, так как данный параметр является непоказательным.

3.1.5. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по возрасту подэкспертного

При анализе ООД все подэкспертные были поделены на следующие возрастные группы: до 18 лет (несовершеннолетние), от 18 до 29 лет, от 30 до 39 лет, от 40 до 49, от 50 до 59 лет и старше 60 лет (Таблица 4).

Таблица 4.

Возрастная структура психически больных лиц, совершивших ООД, по данным Тюменской области за 2001-2016 гг.

Год	до 18 лет		18-29 лет		30-39 лет		40-49 лет		50-59 лет		60 лет и старше		Всего
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	
2001	199	19,84	555	55,33	117	11,67	85	8,47	28	2,79	19	1,89	1003
2002	206	20,26	563	55,36	135	13,27	66	6,49	32	3,15	15	1,47	1017
2003	216	23,25	502	54,04	111	11,95	58	6,24	25	2,69	17	1,83	929
2004	244	22,59	589	54,54	123	11,39	81	7,50	30	2,78	13	1,20	1080
2005	203	21,01	527	54,55	137	14,18	70	7,25	17	1,76	12	1,24	966
2006	141	18,24	426	55,11	90	11,64	70	9,06	34	4,40	12	1,55	773
2007	216	23,43	450	48,81	147	15,94	65	7,05	33	3,58	11	1,19	922
2008	190	18,63	533	52,25	189	18,53	54	5,29	38	3,73	16	1,57	1020
2009	347	23,54	760	51,56	230	15,60	74	5,02	44	2,99	19	1,29	1474
2010	372	22,56	872	52,88	256	15,52	91	5,52	47	2,85	11	0,67	1649
2011	336	23,08	767	52,68	248	17,03	59	4,05	29	1,99	17	1,17	1456
2012	380	20,20	1014	53,91	319	16,96	95	5,05	58	3,08	15	0,80	1881
2013	415	21,30	987	50,67	359	18,43	115	5,90	52	2,67	20	1,03	1948
2014	343	16,48	1061	50,99	452	21,72	133	6,39	64	3,08	28	1,35	2081
2015	361	17,03	1015	47,88	482	22,74	167	7,88	67	3,16	28	1,32	2120
2016	337	12,66	1225	46,02	709	26,63	251	9,43	90	3,38	50	1,88	2662
ИТОГО	4506	19,61	11846	51,55	4104	17,86	1534	6,68	688	2,99	303	1,32	22981

Из приведенной выше таблицы видно, что наиболее часто ООД совершают лица от 18 до 29 лет (52 %), в два с половиной раза меньше (20%) преступлений совершается психически больными несовершеннолетними лицами. Оставшиеся 28% всех ООД приходится на возрастные группы от 30 и старше.

В период с 2001 по 2015 гг. относительно постоянным остается доля несовершеннолетних (20%), совершивших ООД, и находится в диапазоне от 16,5% до 23%. И только в 2016 году показатель данной группы снизился до 13%.

В самой многочисленной группе «от 18 до 29 лет» доля лиц, совершивших ООД, до 2014 года включительно не опускалась ниже отметки в 50% за исключением 2007 года (49%). За последние два исследуемые года появилась тенденция к снижению данного показателя до 48 и 46% (2015 и 2016 гг. соответственно). Отчетливое перманентное увеличение доли ООД наблюдается среди лиц в возрасте от 30 до 39 лет. Так в 2001 году показатель составил 12%, а в 2016 – уже 27%. Остальные возрастные группы являются относительно статичными. Так лица возрастной группы от 40 до 49 не превышают 10 % и в среднем остаются на уровне 7%, а средняя доля групп «от 50 до 59» и «старше 60 лет» составляет 3 и 1%.

Таким образом, возрастной признак является показательным для мониторинга ООД. Особо стоит отметить группы «до 18 лет» и «от 18 до 29 лет», т.к. 72% от всех ООД совершается ими, а также группу «от 30 до 39», доля которых постоянно возрастает.

3.1.6. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по наименованиям заболеваний, сгруппированным по шифрам МКБ-10

За исследуемые 16 лет врачами АСПЭК подэкспертным, совершившим ООД, чаще всего выставлялся клинический диагноз «Умственная отсталость» (F70-79) – 45,5% (рис. 6).



Рисунок 6. Структура групп клинических диагнозов лиц, совершивших ООД, по итогам АСПЭ за 2001-2016 гг.

В 2 раза реже подэкспертным выставлялся клинический диагноз «Органические психические расстройства» (ОПР) (F00-F09), данный процент составил 20,5. Реже всего подэкспертным выставлялся диагноз из группы «Шизофрения, Шизотипические и шизоаффективные расстройства» (F20, F21, F25) – 3,2%. Прочие расстройства составили менее 8% от общего числа исследуемых экспертиз. Незначителен процент экспертиз с неустановленным психическим диагнозом – 3,2.

Анализируя шифры МКБ-10 во временном разрезе, можно выявить динамику клинических диагнозов (табл. 5).

Таблица 5.

Динамика клинических диагнозов, выставленных лицам, совершившим ООД, по итогам деятельности АСПЭК Тюменской области за 2001-2016 гг.

Диагноз	МКБ-10		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Всего
Органические психические расстройства	F00-F09	Абс.	97	93	109	125	127	131	175	435	247	334	342	366	441	478	504	713	4717
		%	9,67	9,14	11,73	11,57	13,15	16,95	18,98	42,65	16,76	20,25	23,49	19,46	22,64	22,97	23,77	26,78	20,53
Шизофрения, Шизотипические и шизоаффективные расстройства	F20, F21, F25	Абс.	27	26	25	22	30	24	35	24	46	51	43	77	55	73	80	86	724
		%	2,69	2,56	2,69	2,04	3,11	3,10	3,80	2,35	3,12	3,09	2,95	4,09	2,82	3,51	3,77	3,23	3,15
Умственная отсталость	F70-F79	Абс.	468	464	449	599	506	397	518	523	678	764	648	893	894	868	886	902	10457
		%	46,66	45,62	48,33	55,46	52,38	51,36	56,18	51,27	46,00	46,33	44,51	47,47	45,89	41,71	41,79	33,88	45,50
Прочие расстройства	F10-F19, F22-F24, F26-F69, F80-F99	Абс.	16	12	19	28	48	59	32	25	67	79	95	153	148	291	255	483	1810
		%	1,60	1,18	2,05	2,59	4,97	7,63	3,47	2,45	4,55	4,79	6,52	8,13	7,60	13,98	12,03	18,14	7,88
Диагноз не уточнен		Абс.	21	24	25	18	16	11	11	12	28	39	43	80	92	112	102	86	720
		%	2,09	2,36	2,69	1,67	1,66	1,42	1,19	1,18	1,90	2,37	2,95	4,25	4,72	5,38	4,81	3,23	3,13
Психически здоровые		Абс.	374	398	302	288	239	151	151	1	408	382	285	312	318	259	293	392	4553
		%	37,29	39,13	32,51	26,67	24,74	19,53	16,38	0,10	27,68	23,17	19,57	16,59	16,32	12,45	13,82	14,73	19,81
ВСЕГО ООД		Абс.	1003	1017	929	1080	966	773	922	1020	1474	1649	1456	1881	1948	2081	2120	2662	22981

Так, доля самой многочисленной группы диагнозов «Умственная отсталость» за период с 2001 по 2015 гг. остается на одном уровне и колеблется в диапазоне от 42 до 56%. Лишь в 2016 году данный показатель снизился до уровня 33,9%. В динамике абсолютных показателей постановки данного диагноза необходимо отметить стабильную тенденцию к росту при небольших спадах в 2003, 2006, 2011 гг. Это можно объяснить соответствующими значениями общего количества экспертиз.

В группе диагнозов «Органические психические расстройства» на фоне роста абсолютных показателей растут и относительные значения. Так, с 2001 по 2016 гг. количество таковых экспертиз увеличилось с 97 до 713 экспертиз при увеличении доли с 9,7 до 26,8% соответственно.

Социально значимая группа подэкспертных с диагнозом «Шизофрения», а также шизотипическими и шизоаффективными расстройствами имеют незначительный рост абсолютных показателей (с 27 до 86 экспертиз), который в целом повторяет общую тенденцию к росту общего числа всех экспертиз во временном разрезе. Данный факт подтверждается постоянной долей экспертиз изучаемой группы – 3,2% с минимальным и максимальным значениями в 2002 году (2,6%) и в 2012 году (4,1%) соответственно.

Анализируя группу диагнозов «Прочие расстройства», которая включает хронические неорганические психозы, психотические и непсихотические неорганические расстройства, алкоголизм, наркоманию и т.д., отмечается экспоненциальный рост абсолютных показателей. Для таких трендов характерна незначительная начальная положительная динамика, которая в конце сменяется интенсивным ростом исследуемых показателей. Так, в 2001 году данный показатель составлял 16 экспертиз, в 2011 году составил 95 экспертиз, а уже в 2016 – 483 экспертизы. Что касается относительных цифр группы «Прочие расстройства», то здесь наблюдается аналогичный экспоненциальный рост, но уже с меньшей интенсивностью.

Доля психически здоровых подэкспертных за период с 2001 по 2014 гг. дважды имела тенденцию к отрицательной динамике. Так, с 2001 по 2007 гг. данный показатель снижался с 37,3 до 16,4%, и в период с 2009 по 2014 гг. – с 27,7 до 12,5%. Только в 2015 и 2016 гг. данный показатель начал увеличиваться – 13,8% и 14,7% соответственно. Для абсолютных показателей группы «Психически здоровые» характерна аналогичная динамика в те же самые периоды.

Абсолютное количество экспертиз, где подэкспертному не был определен клинический диагноз, незначительно, а доля таких экспертиз колеблется на одном уровне в период с 2001 по 2011 гг. и составляет 1,9%. Лишь с 2012 года данный процент незначительно увеличился с 4,25% до 4,81% в 2015 году. В 2016 году относительный показатель для данной группы немного снизился и составил 3,2%, что соответствует среднему значению данной группы за весь исследуемый период.

Таким образом, за исследуемый период в АСПЭК Тюменской области лицам, совершившим ООД, почти в половине случаев (45,5%) выставлялись диагнозы группы «Умственная отсталость» (F70-F79). Меньшую нагрузку (по 20%) на АСПЭК создают подэкспертные, совершившие ООД, с органическими психическими расстройствами (F00-F09), а также психически здоровые. Вышеперечисленные особенности являются основанием для включения клинического диагноза в мониторинг ООД психически больных по причине неоднородности и неоднозначности исследуемых показателей. Данный критерий требует постоянного контроля для своевременного предупреждения ООД психически больных административными и организационными мероприятиями.

3.1.7. Распределение амбулаторных судебно-психиатрических экспертиз по характеру совершенных ООД

Анализ ООД психически больных по характеру совершения показал, что большая часть преступлений совершается против собственности – в 46,4% случаев (рис. 7). Иные преступления в среднем составляют четверть от общего количества ООД. Особо тяжкие преступления из группы «Против жизни и здоровья» составили 15,2%.

Преступления группы «Хулиганство, вандализм...» встречались в 8,9% случаев. Самой малочисленной группой являются преступления сексуального характера – 3%.

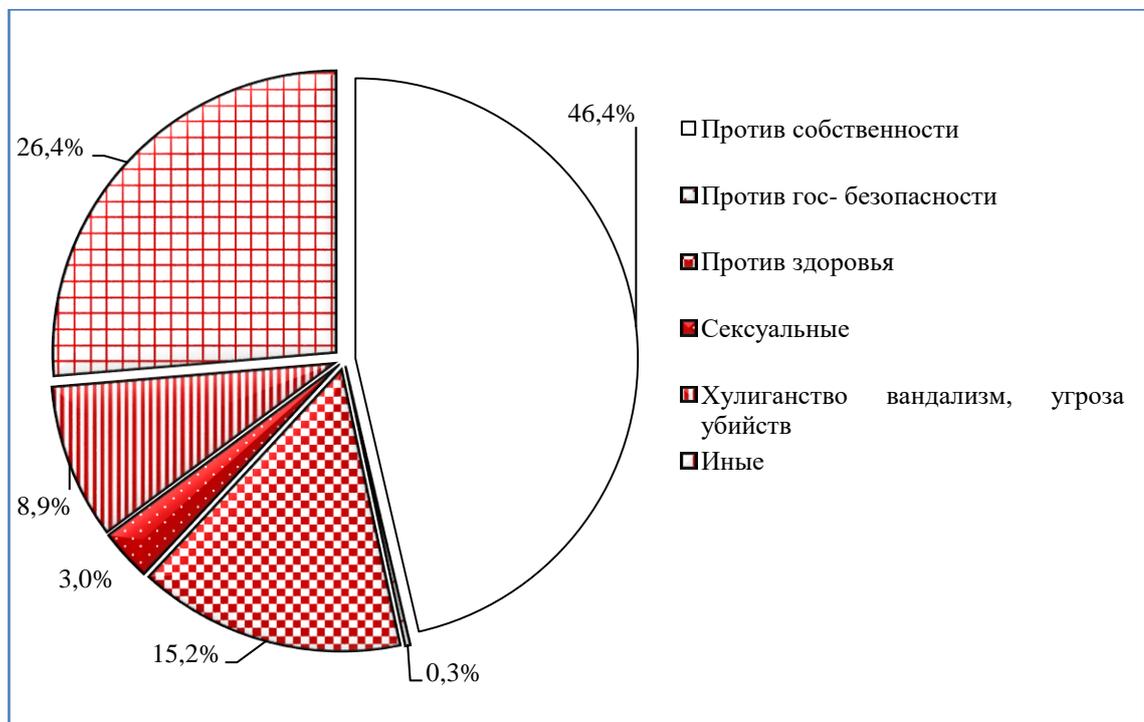


Рисунок 7. Итоги работы АСПЭС по характеру совершенных ООД (статьи УК РФ) за 2001 – 2016 года

Исследовав в динамике экспертизы по уголовным делам, совершенных из группы «Преступления против собственности», необходимо отметить двукратное увеличение количества экспертиз данной группы с 492 в 2001 году до 1092 в 2016 году при этом доля таких преступлений остается на одном уровне с диапазоном 34,1% в 2001 году и 56,5% в 2011 году (табл. 6).

Среди преступлений против жизни и здоровья абсолютные показатели практически не меняются и остаются на одном уровне. На фоне общего увеличения количества АСПЭ относительные показатели данной группы за исследуемый период снизились более чем в два раза: 24,2% (2001 год) и 11,2% (2016 год).

Необходимо отметить рост абсолютных и относительных показателей экспертиз, проведенных лицам, которые совершили преступления из группы «Хулиганство, вандализм ...». Доля экспертиз, проведенных по преступлениям сексуального характера за весь период, остается на одном уровне – в среднем 3%.

Критерий «Характер совершенного ООД» является также показателем в виду неоднородности динамики экспертиз, распределенных по данному признаку. Экспертизы лиц, совершившими преступления против собственности, жизни и здоровья, а также преступления группы «Хулиганство, вандализм, и угроза убийства» необходимо мониторировать в виду высокой социальной значимости данных преступлений и влияния на качество жизни населения в целом. Для этих преступлений характерно следующее распределение по психическим нарушениям. Среди лиц, признанных невменяемыми, на первом месте по частоте диагнозы группы «Умственная отсталость». А диагнозы группы «Шизофрения, шизотипические и шизоаффективные расстройства» у данной категории лиц встречаются в 20 % случаях, что больше группы диагнозов «Органические психические расстройства» на 7%.

По характеру совершенных ООД выделяются экспертизы, где подэкспертными совершены преступления против собственности (152-162 ст. УК РФ) (46,5%) и преступления против жизни и здоровья (105,106,111,112 ст. УК РФ) (15,2%).

Таблица 6.

Динамика характера совершенных ООД по годам за 2001 – 2016 гг. по данным АСПЭС

	Против собственности 158-162		Против госбезопасности 205,206,208,222		Против жизни и здоровья 105,106,111,112		Сексуальные 131-135		Хулиганство вандализм, угроза убийств 213,214,119,116		Иные		Всего
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	
2001	492	49,05	9	0,90	243	24,23	32	3,19	45	4,49	182	18,15	1003
2002	373	36,68	9	0,88	270	26,55	29	2,85	46	4,52	290	28,52	1017
2003	317	34,12	5	0,54	180	19,38	17	1,83	69	7,43	341	36,71	929
2004	509	47,13	1	0,09	215	19,91	16	1,48	42	3,89	297	27,50	1080
2005	406	42,03	4	0,41	217	22,46	43	4,45	40	4,14	256	26,50	966
2006	315	40,75	2	0,26	165	21,35	22	2,85	47	6,08	222	28,72	773
2007	469	50,87	2	0,22	159	17,25	33	3,58	52	5,64	207	22,45	922
2008	396	38,82	4	0,39	190	18,63	55	5,39	48	4,71	327	32,06	1020
2009	640	43,42	0	0,00	294	19,95	46	3,12	109	7,39	385	26,12	1474
2010	903	54,76	1	0,06	261	15,83	55	3,34	138	8,37	291	17,65	1649
2011	823	56,52	0	0,00	174	11,95	46	3,16	110	7,55	303	20,81	1456
2012	1034	54,97	0	0,00	214	11,38	53	2,82	178	9,46	402	21,37	1881
2013	971	49,85	0	0,00	216	11,09	43	2,21	269	13,81	449	23,05	1948
2014	980	47,09	0	0,00	216	10,38	40	1,92	244	11,73	601	28,88	2081
2015	935	44,10	11	0,52	181	8,54	51	2,41	314	14,81	628	29,62	2120
2016	1092	41,02	16	0,60	297	11,16	97	3,64	285	10,71	875	32,87	2662
ВСЕГО	10655	46,36	64	0,28	3492	15,20	678	2,95	2036	8,86	6056	26,35	22981

Таким образом, анализ состояния общественно опасных действий психически больных Тюменской области за 2001 – 2016 гг. выявил явную тенденцию к увеличению общего количества проводимых АСПЭ с одновременным ростом количества комплексных экспертиз. Основную нагрузку АСПЭ составили экспертизы по уголовным делам, где подэкспертными являлись обвиняемые и подозреваемые, действия которых и относятся к категории общественно опасных (в среднем 73,3% от общего числа проведенных АСПЭ). На протяжении всего исследуемого периода наблюдается рост количества лиц, признанных невменяемыми, которые увеличивают нагрузку на психиатрические стационары различного типа и амбулаторные медицинские организации, осуществляющие принудительное лечение. По структуре клинического диагноза среди лиц, совершивших ООД, чаще всего (45,5%) встречались диагнозы группы «Умственная отсталость» (F70-F79), реже (20%) диагнозы группы «Органические психические расстройства» (F00-F09).

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о необходимости включения в мониторинг ООД психически больных по следующим критериям: возраст, клинический диагноз, характер ООД (статьи УК РФ).

Для оценки деятельности элементов региональной общепсихиатрической сети по профилактике ООД выбранные критерии рассматривались в привязке к месту совершения преступления. Поэтому в список мониторируемых критериев включена территориальная локализация для уточнения районов, за счет которых наблюдается основная динамика показателей. Оптимальным способом территориального распределения показателей является картографический анализ средствами геоинформационной системы.

3.2 Обоснование выбора кратности мониторинга общественно опасных действий психически больных

Подбор оптимальной кратности контроля ООД – необходимое условие для проведения корректного мониторинга. В исследовании анализировались три варианта кратности мониторинга: ежеквартальный, двухмесячный и ежемесячный. Мониторинг с промежутком менее 1 месяца не является целесообразным на региональном уровне.

Было проанализировано общее количество экспертиз в различных режимах мониторинга по ранее выделенным критериям.

Мониторинг общего количества экспертиз

Критерий: Все СПЭ психически больных, совершивших ООД

Кратность: в ежеквартальном режиме (I), раз в два месяца (II) и ежемесячном (III).

При анализе временного ряда I (поквартально) видна относительно равномерная повышающаяся кривая. Выделяются минимальные точки в 3 квартале 2003 года, в четвертом квартале 2006 года. Среди максимальных пиков выделяются следующие: третий квартал 2009 года, второй квартал 2012 года и второй квартал 2016 года.

При анализе временного ряда II (раз в два месяца) количество отрицательных и положительных пиков изменилось. Так, детализировалась точка 3 квартала 2003 года. Видно, что значительное снижение происходило за период июль-август 2003 года. Также точка 4 квартала 2006 года имела низкое значение за счет периодов сентябрь-октябрь и ноябрь-декабрь 2006 года, и визуально низкие значения имели сглаженный характер. Выделялась точка января-февраля 2014 года с низким значением. Среди положительных пиков появлялись новые точки: в периоды март-апрель 2001 года, март-апрель 2007 года, март-апрель 2010 года. Сглаживался пик 3 квартала 2009. Выброс второго квартала 2016 детализировался за счет двух точек с высоким значением в марте-апреле и мае-июне 2016 года.

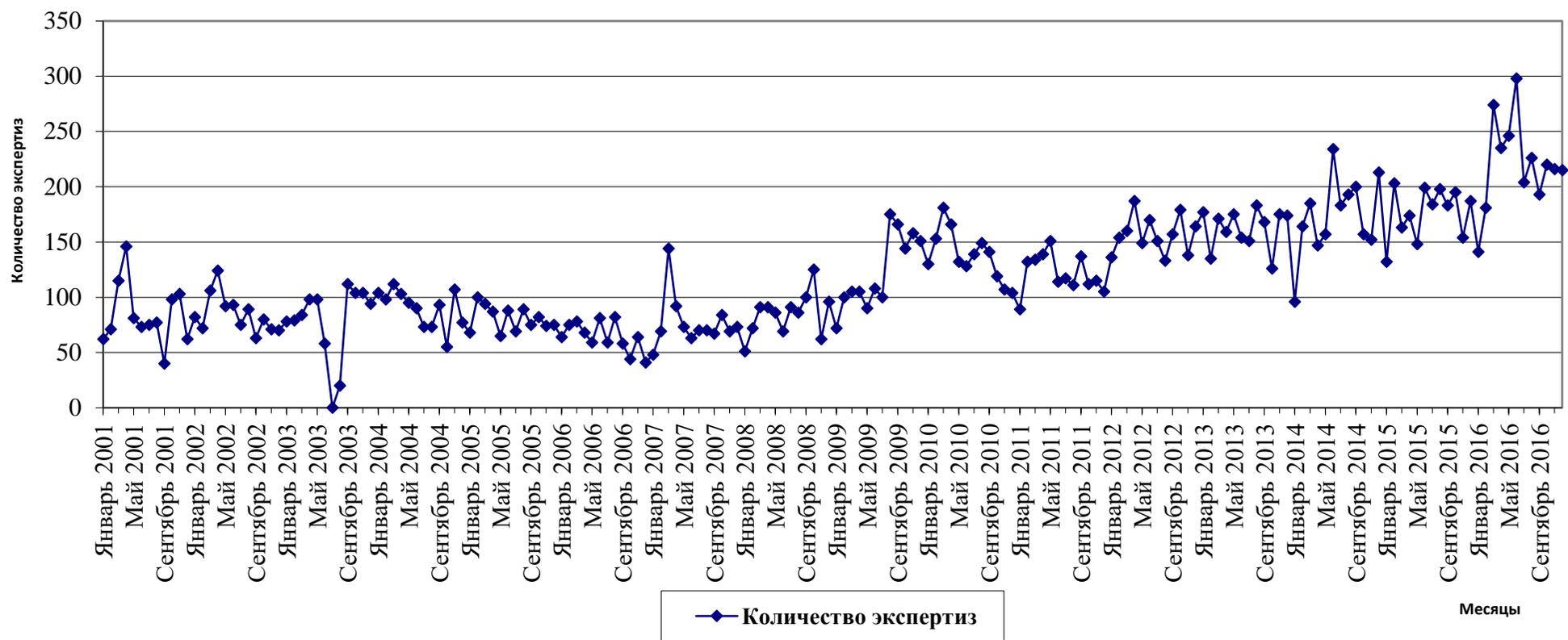
I



II



Ш



Более детальную информацию показывает график III с ежемесячным периодом мониторинга. Детализировался самый первый выброс в апреле 2001 года, которого не было на графике с поквартальным периодом мониторинга. Можно отметить, что данный пик из графика II объясняется высоким значением количества экспертиз и в марте, и в апреле 2001 года. Появилась точка минимума в сентябре 2001 года, которая не визуализировалась на предыдущих графиках и компенсировалась соседними значениями. Также, как и в двух предыдущих графиках, продолжала просматриваться точка минимума в июле 2003 года. При помесечном режиме мониторинга отчетливо видно снижение и соседних точек июнь и август 2003 года. На графике III по сравнению с графиком II лучше просматривался пик в марте 2007 года, которого на графике I практически не было. Вновь проявлялся пик в точке августа 2009 года, который соответствовал 3 кварталу графика I, а на графике II имел сглаженную структуру и практически не визуализировался. Детализировался пик март-апрель 2010 года за счет высоких показателей за оба месяца. В связи с тем, что данные месяца с высокими показателями находились в разных кварталах, на графике I данный пик отсутствовал за счет сглаживания. На графике III более отчетливые стали видны точки минимума в январе и декабре 2011 года, которые не были хорошо видны на графиках I и II за соответствующие периоды. Вновь появился пик в апреле 2012 года, который сглаживался на графике II. Детализировалась точка январь-февраль 2014 года графика II, данное снижение обусловлено значением только одного месяца – январь 2014 года. Повышение в 2016 году, которое прослеживалось и на графике I и на графике II двумя выбросами в соответствующие периоды, а именно, март и июнь 2016 года.

Таким образом, проанализировав три варианта периодичности мониторинга ООД, можно сделать вывод, что наиболее информативным в данном случае является график III (помесечно). Данный режим более де-

тально показывает, за счет чего происходит резкое снижение или повышение значений. Так, например, пик 3 квартала 2009 года, который сгладился на графике II, отчетливо проявился за счет июля 2009 года. И наоборот, точки минимума и максимума, которые были сглажены на графике I, появились на графике II и визуально улучшились на графике III, например, март 2007 и соответствующие периоды графиков I и II. Однако есть и периоды, которые прослеживались во всех трех вариантах, как например, с точкой 3 квартала 2003 года. На графиках II и III данная точка детализировалась и становилась все отчетливее, вплоть до нулевого значения в июле 2003 года. Данный «провал» объясняется кадровыми проблемами организации и периодом отпусков. Вариант мониторинга с ежемесячным режимом содержит больше информации для анализа и позволит более детально интерпретировать точки минимума и максимума временного ряда и объяснять причинно-следственную связь. Однако, учитывая наличие минимальных логических зависимостей между точками временных рядов, для построения прогноза удобнее использовать ежеквартальный режим, на котором наблюдалась более сглаженная кривая.

Мониторирование возрастных характеристик

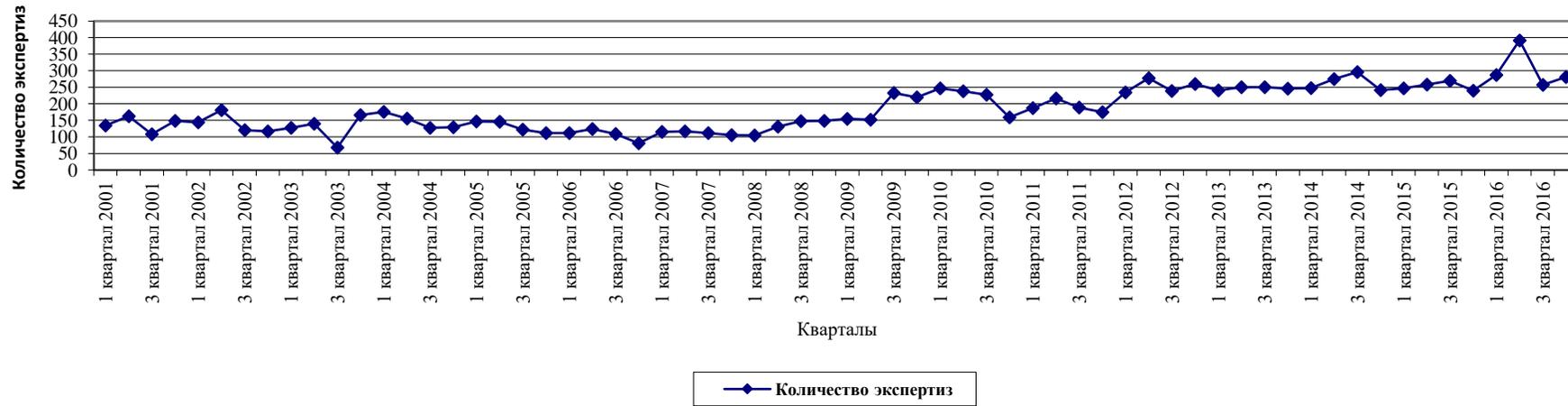
Для определения кратности мониторинга критерия по возрастным характеристикам была выбрана самая многочисленная и показательная группа «от 18 до 29 лет».

Критерий: возраст от 18 до 29 лет.

Кратность: в ежеквартальном режиме (I), раз в два месяца (II) и ежемесячном (III).

При визуальном анализе графика I с квартальным режимом мониторинга наблюдалась сглаженная кривая с явной точкой минимума в 3 квартале 2003 года и точкой максимума во втором квартале 2016 года.

I



II





При анализе графика II кривая становилась более ломаной, появлялись отчетливые пики в точках март-апрель 2001 года, март-апрель 2002 года, март-апрель 2007 года и точка с явно выраженным высоким значением в мае-июне 2016 года. Также хорошо визуализировалась на графике точка июль-август 2003 года, которая соответствует точке минимума графика I – 3 квартал 2003 года.

На графике III более отчетливо становились видны пики в апреле 2001 года и апреле 2002 года, которые на графике III никак себя не проявляли. Также сохранялась и детализировалась минимальная точка в июле 2003 года, которая имела нулевое значение. Этим объясняется визуализация «провала» в соответствующие периоды на всех трех графиках. При ежемесячном мониторинге более четко видны пики в марте и апреле 2007 года, которых не наблюдалось на графике I соответствующего периода. Точка минимума в январе 2011 года видна только на графике III и не выделяется на графиках I и II. При этом сохраняются повышенные значения в марте и июне 2016 года. Данные показатели также хорошо видны и на предыдущих двух временных рядах.

Таким образом, наиболее информативным является график III, который соответствует кратности мониторинга – раз в месяц. Это подтверждается более отчетливыми и детализированными точками максимума и минимума, а также увеличением их количества. При выборе кратности мониторинга ООД по возрастным характеристикам предпочтение необходимо отдавать ежемесячному режиму. Однако, учитывая наличие минимальных логических зависимостей между точками временных рядов, для построения прогноза удобнее использовать ежеквартальный режим, на котором наблюдается более сглаженная кривая.

Мониторинг ООД подэкспертных по клиническим диагнозам.

При выборе кратности мониторинга по критерию «Клинический диагноз» была выбрана самая многочисленная группа «Умственная отсталость».

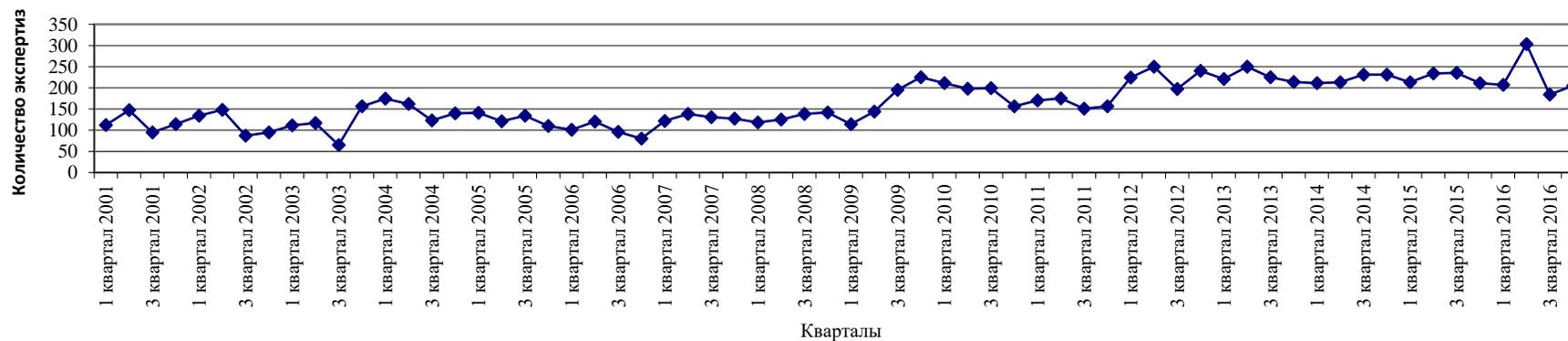
Критерий: Умственная отсталость.

Кратность: в ежеквартальном режиме (I), раз в два месяца (II) и ежемесячном (III)

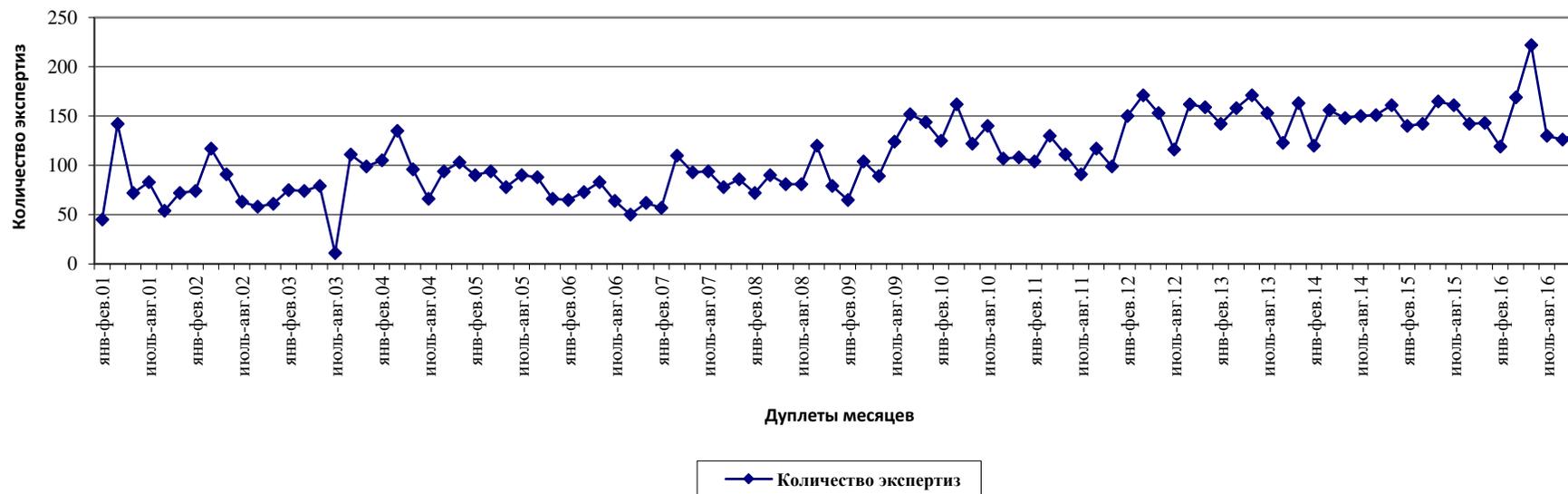
Анализ графика I с поквартальным режимом мониторинга показал единичные точки падения и подъема: минимальные точки в 3 квартале 2003, 4 квартале 2006 года и максимальные – в 4 квартале 2009 года, 2 квартале 2012 года и 2 квартале 2016 года. Во втором графике II появился отчетливый выброс в точке март-апрель 2001 года, и тот же период 2002 года, которые на графике I были малозаметны. Стабильно сохранялось падение в июле-августе 2003 года, аналогично с графиком I. Появляется пик март-апрель 2004 года. В отличие от графика I на графике II уже не прослеживалось снижение значений в 4 квартале 2006 года, но появляется пик в марте-апреле 2007 года. Сохранялись повышенные значения в марте-апреле 2012 года, а пик 2 квартала 2016 года графика I становился более наглядным за счет периода май-июнь 2016 графика II. Также появилась и точка минимума в январе-феврале 2016 года.

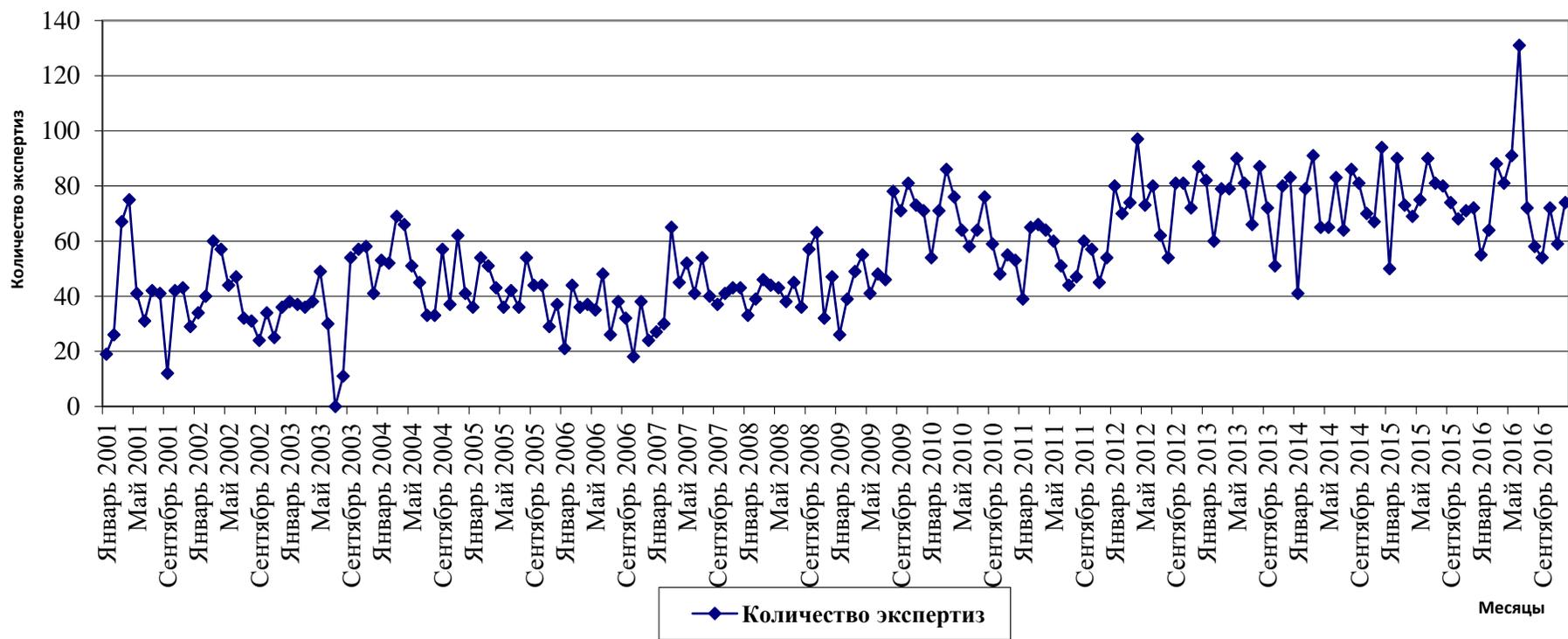
При анализе ежемесячного режима мониторинга больных умственной отсталостью, совершивших ООД, подтвердились пики в апреле 2001 и 2002 года. Помимо этого, появилась точка минимума в сентябре 2001 года, которая не визуализировалась на графиках I и II. Традиционно подтвердилось падение в 3 квартале 2003 года за счет нулевого значения в июле 2003 года. Также повторились пики в марте 2004 года, в марте 2007 года, апреле 2012 года. Стала ясна причина резкого подъема количества экспертиз во втором квартале 2016 года графика I и мае-июне 2016 года графика II – это высокое значение только одного месяца июнь 2016 года.

I



II





Среди снижений кривой появилось низкое значение в январе 2014 года, которое не наблюдалось ни на одном из предыдущих графиков. Таким образом, как видно, наиболее показательным и информативным для группы клинического диагноза «Умственная отсталость» является ежемесячный режим мониторинга.

Однако, учитывая наличия минимальных логических зависимостей между точками временных рядов, для построения прогноза удобнее использовать ежеквартальный режим, на котором наблюдается более сглаженная кривая.

Мониторирование характера экспертиз, проведенных над лицам совершивших ООД, которые входят в группу преступлений против собственности.

Для анализа кратности по характеру экспертизы исследовалась группа преступлений против собственности, которая включала 158-162 статьи УК РФ. Данная группа была выбрана, как наиболее многочисленная по количеству экспертиз.

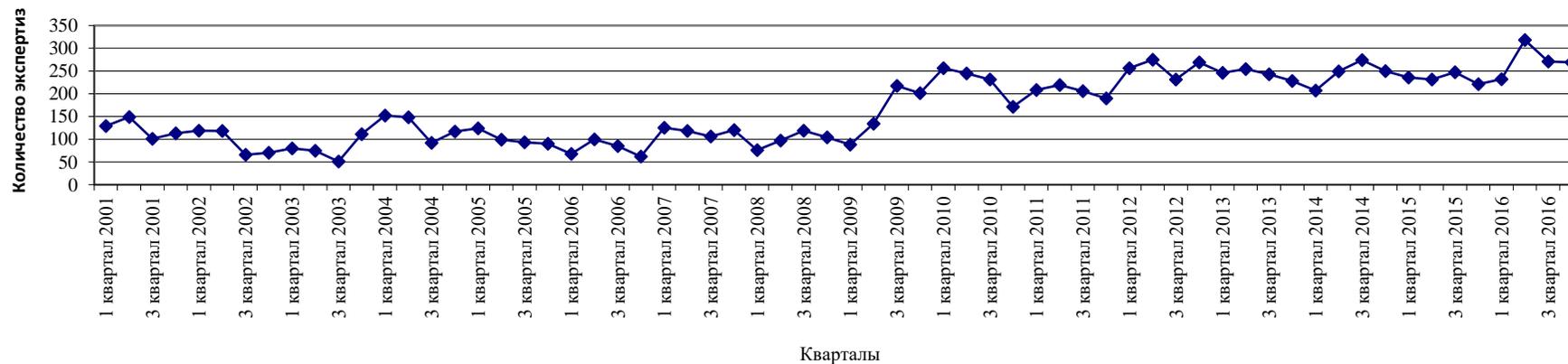
Критерий: преступления против собственности.

Кратность: в ежеквартальном режиме (I), раз в два месяца (II) и ежемесячном (III).

Анализируя график I, необходимо отметить немногочисленные незначительные подъёмы и падения во 2 квартале 2001 года, в 1 квартале 2010 года и во 2 квартале 2016 года.

Намного информативнее график II соответствующий кратности мониторинга раз в два месяца. Предыдущие пики сохранялись, но появились дополнительные в марте-апреле 2002 года, марте-апреле 2004 года, марте-апреле 2007 года. Сглаженная на графике I точка минимума 3-го квартала отчетливо проявилась на графике II в точке июль-август 2003 года.

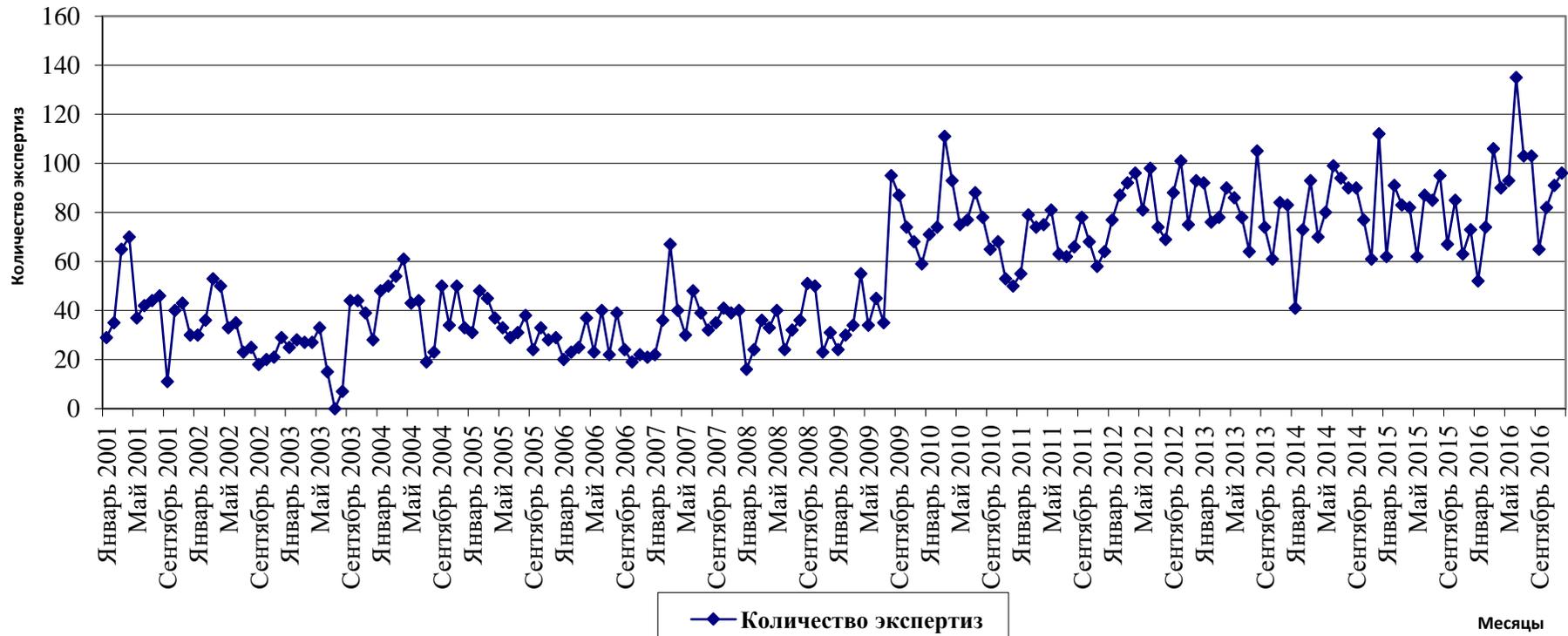
I



II



Раз в месяц



Более развернутую картину дает график III, детализируя точки подъема в апреле 2001 и марте 2002 года. Традиционно нулевое значение отмечалось в июле 2003 года. Показано, что подъем на графике II в марте-апреле 2007 года обусловлен только высокими показателями в апреле 2007 года. Появились два отчетливых пика в августе 2009 и марте 2010 года.

Проанализировав все три варианта кратности на примере критерия «Характер ООД. Преступления против собственности», можно сделать вывод, что третий вариант (ежемесячный режим) также является наиболее показательным и информативным, так как на нем более подробно и более детально выявляются закономерности подъема и падений.

Однако, учитывая наличия минимальных логических зависимостей между точками временных рядов, для построения прогноза удобнее использовать ежеквартальный режим, на котором наблюдается более сглаженная кривая.

Таким образом, рассмотрев вышеопределенные критерии мониторинга в различных временных промежутках (ежеквартально, раз в два месяца и ежемесячно) по различным критериям мониторинга ООД, можно сделать вывод, что наиболее показательным является последний диапазон – ежемесячный. Данная кратность дает наиболее полную характеристику изучаемого критерия и облегчает интерпретацию причинно-следственных связей, наиболее точно показывает увеличение или уменьшение значений изучаемых признаков. Однако для целей прогноза следует выбирать ежеквартальный режим, учитывая наличия минимальных логических зависимостей между точками временных рядов.

Глава 4. Разработка алгоритма выбора оптимальной варианта математической модели и программная реализация мониторинга и прогноза общественно опасных действий психически больных

Математическое моделирование ООД психически больных осуществлялось на основе анализа временных рядов, построенных с кратностью наблюдения один месяц, по различным показателям мониторинга общественно опасных действий психически больных. Перед моделированием стояло две основные цели: определение природы временного ряда, т.е. выявление закономерностей и предсказание будущих значений ВР, т.е. прогнозирование.

Исходя из общего представления об анализе временных рядов, посредством последовательного элиминирования аддитивных компонентов модели (3), первым шагом являлось выявление сезонной $S(t)$ и циклической $C(t)$ составляющих.

По своей природе данные компоненты являются похожими и отличаются только тем, что сезонная составляющая привязана к годовым, квартальным или месячным колебаниям. Соответственно и подходы для выявления сезонных и циклических закономерностей применялись одни и те же. Они осуществлялись на основе анализа автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций.

При анализе временных рядов выдвигалась гипотеза о том, что данные содержат циклические или сезонные зависимости. Для ее подтверждения или опровержения применялись временные ряды по различным показателям мониторинга ООД психически больных, в частности, экспертизы

- с несовершеннолетними подэкспертными;
- с подэкспертными в возрасте до 29 лет;
- с подэкспертными в возрасте до 39 лет;
- с установленными диагнозами F70-F79 (умственная отсталость);

- с установленными диагнозами F00-F09 (органические психические расстройства);
 - с установленными диагнозами F20, F21, F25 (шизофрения, шизотипические и шизоаффективные расстройства);
 - с подэкспертными, совершившие преступления против собственности (ст. 158-162 УК РФ);
 - с подэкспертными, совершившие преступления против жизни и здоровья (ст. 105, 106, 111, 112 УК РФ);
 - с подэкспертными, обвиняемые или подозреваемые в хулиганстве, вандализме, угрозе убийства, побоях (ст. 213, 214, 119, 116 УК РФ);
 - с подэкспертными, совершивших кражи (ст. 158 УК РФ)
- и другие общим количеством 35 временных рядов.

Для каждого ВР строились кореллограммы ACF и PACF. Ни на одной из них не было выявлено сезонной или циклической зависимости временного ряда. Таким образом, компоненты аддитивной математической модели (3) были исключены или приравнены к нулю.

Принципом дальнейшего анализа временного ряда являлось выявление трендовой зависимости посредством определения вида регрессии и анализа стохастической составляющей по методике ARIMA.

4.1 Построение трендовой и стохастической составляющих математической модели

Следующим этапом анализа временного ряда и параметрической идентификации математической модели (3) являлась оценка трендового компонента $G(t)$. При регрессионном анализе временного ряда использовались семь видов зависимостей: линейная (4), параболическая (5), логарифмическая (6), гиперболическая (7), экспоненциальная (8), степенная (9) и полиномиальная 3-й степени (10).

Методом наименьших квадратов проводилась параметрическая оценка каждой регрессии и выбиралась одна, наиболее оптимальная. Критерием выбора служил коэффициент детерминации (11).

При определении функции стохастической составляющей из исходных данных (рис. 8) вычитали рассчитанные данные по тренду (рис. 9).



Рисунок 8. Пример визуализации исходного временного ряда с линейным трендом, характеризующий динамику общего количества экспертиз, проведенных с 2001 по 2016 года.

Стохастическая компонента идентифицировалась с помощью ARIMA анализа, в котором определяются количественные характеристики для трех параметров (p, d, q). Параметр AR (p) – показывает порядок авторегрессии, так при $p = 1$, подразумевается, что значение в текущий момент зависит от значения в предыдущий момент времени с коэффициентом α_1 (12) и функция авторегрессии первого порядка AR(1) выглядит следующим образом

$$E(t) = \mu + \alpha_1 E_{t-1} + \varepsilon_0,$$

как частный вариант формулы (12).



Рисунок 9. Пример визуализации временного ряда после элиминации линейного тренда, характеризующий динамику общего количества экспертиз, проведенных с 2001 по 2016 года.

При втором порядке авторегрессии $p = 2$, значение в текущей точке зависит от предыдущих двух точек с коэффициентами α_1 и α_2 (12) соответственно, тогда функция авторегрессии второго порядка AR(2) выглядит следующим образом

$$E(t) = \mu + \alpha_1 E_{t-1} + \alpha_2 E_{t-2} + \varepsilon_0,$$

как частный вариант формулы (12).

Анализ ARIMA подразумевает, что не только значение в определенный момент времени зависит от значений предыдущих временных точек, но и текущая ошибка значения зависит от ошибок предыдущих значений. За порядок зависимости ошибок в ARIMA отвечает параметр «скользящее среднее» MA(q). Так при зависимости текущей ошибки от ошибки предыдущего значения MA(1) с коэффициентом θ_1 частный вариант формулы (12) будет выглядеть следующим образом

$$E(t) = \mu + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_0$$

Соответственно при зависимости текущей ошибки от ошибок двух предыдущих значений MA(2) формула (12) будет иметь вид

$$E(t) = \mu + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_0$$

Однако корректный анализ временного ряда с помощью ARIMA-метода возможен, только если соблюдается условие стационарности, то есть присутствует наличие постоянного среднего значения, неизменяемой дисперсии, а ковариация зависит только от временного интервала между отдельными наблюдениями [Т.Дж. Уотшем, К. Паррамоу, 1999; R.S. Mariano, T. Yiu-Kuen, 2008]. Если ряд не стационарен, то между соседними значениями временного ряда берутся разности. При однократном повторении такового дифференцирования параметр $I(d)$ равен 1. Если после этого условие стационарности не соблюдено, дифференцирование можно повторить. Таким образом, для модели ARIMA определяются качественные параметры p, d, q , и затем проводится их дальнейшая количественная параметрическая оценка в формуле (12).

При прогнозировании общественно опасных действий психически больных максимальные значения параметров p, d, q не превышали значения 2. Это связано с тем, что при увеличении данных параметров снижается точность прогноза. Моделям с параметрами со значениями меньше двух отдается больший приоритет [R.H. Shumway, D.S. Stoffer, 2006], что подтверждается критерием выбора наилучшей ARIMA-модели байесовским информационным критерием (BIC) (14), в котором заложен понижающий коэффициент при высоких параметрах p, q .

Так, например, при отсутствии трендового компонента во временном ряде, характеризующем динамику общего количества экспертиз за 2001-2016 гг., оптимальной моделью по критерию BIC считается (1,1,1) (рис. 10).

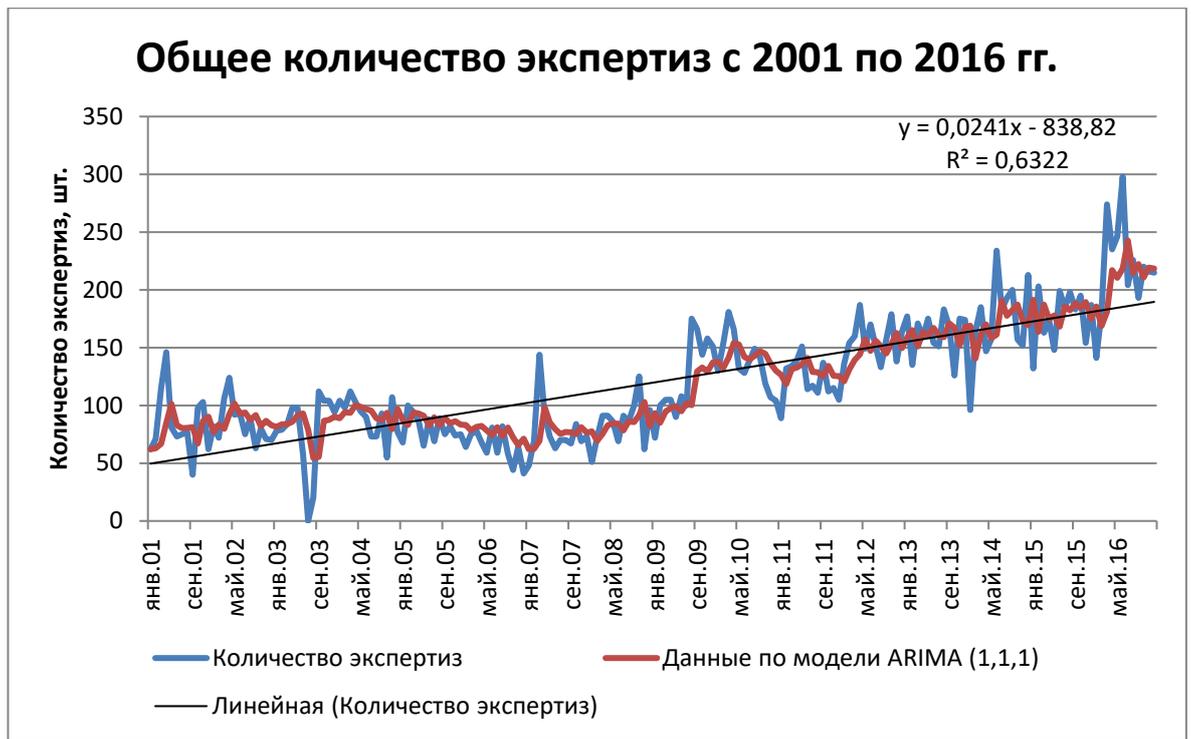


Рисунок 10. Пример ARIMA моделирования с параметрами (1,1,1) временного ряда, характеризующего динамику общего количества экспертиз за 2001-2016 гг.

Пример на рисунке 10 показывает, что функция, описываемая ARIMA-моделью с параметрами (1,1,1), наиболее близка к исходному временному ряду в отличие от линейной регрессии и может быть использована для дальнейшего прогнозирования.

Для выбора наилучшего варианта математической модели необходимо найти оптимальное сочетание трендовой $G(t)$ и стохастических $E(t)$ составляющих. Для компоненты $G(t)$ используется 7 вариантов, для компоненты $E(t)$ – 27 вариантов, которые включают в себя перебор параметров AR, I, MA от 0 до 2 включительно, то есть от моделей ARIMA (0,0,0) до (2,2,2). Общее количество всех возможных вариантов моделей в данном случае составило $7 \times 27 = 189$. Также в аддитивной математической модели (3) рассматривался вариант отсутствия трендовой составляющей, и тогда использовалась только одна стохастическая компонента, которая в свою очередь добавляет еще 27 вариантов аддитивной математической модели. Данный вариант возможен в силу того, что, продифференцировав единожды или дважды, возможно получение стационарного

временного ряда. Однако в данном случае исключается ARIMA модель с параметрами (0,0,0), так как по своей природе является горизонтальной линией и может быть описана линейной регрессией. Таким образом, общее число вариантов аддитивной математической модели составило 215.

4.2 Алгоритм определения, построения оптимальных регрессионных и ARIMA-моделей для прогнозирования совершения общественно опасных действий психически больных

Для программной реализации мониторинга общественно опасных действий психически больных разработан алгоритм определения оптимального варианта математической модели (3) наиболее точно показывающей зависимости исходного временного ряда для дальнейшего прогнозирования совершения общественно опасных действий психически больных. Согласно алгоритму (рис. 11) пользователем задаются параметры для построения исходного временного ряда за необходимый период времени. Далее перебираются все возможные варианты математической модели, как для трендовой $G(t)$, так и для стохастической $E(t)$ составляющих. Для каждого варианта модели (3) определяется параметр RSS – сумма квадратов ошибок. Оптимальным считается вариант математической модели, у которого сумма квадратов ошибок наименьшая (RSS_{min}).

Исходя из оптимального варианта математической модели, строился прогноз на 12 точек вперед согласно формуле (13) и определялись доверительные интервалы.

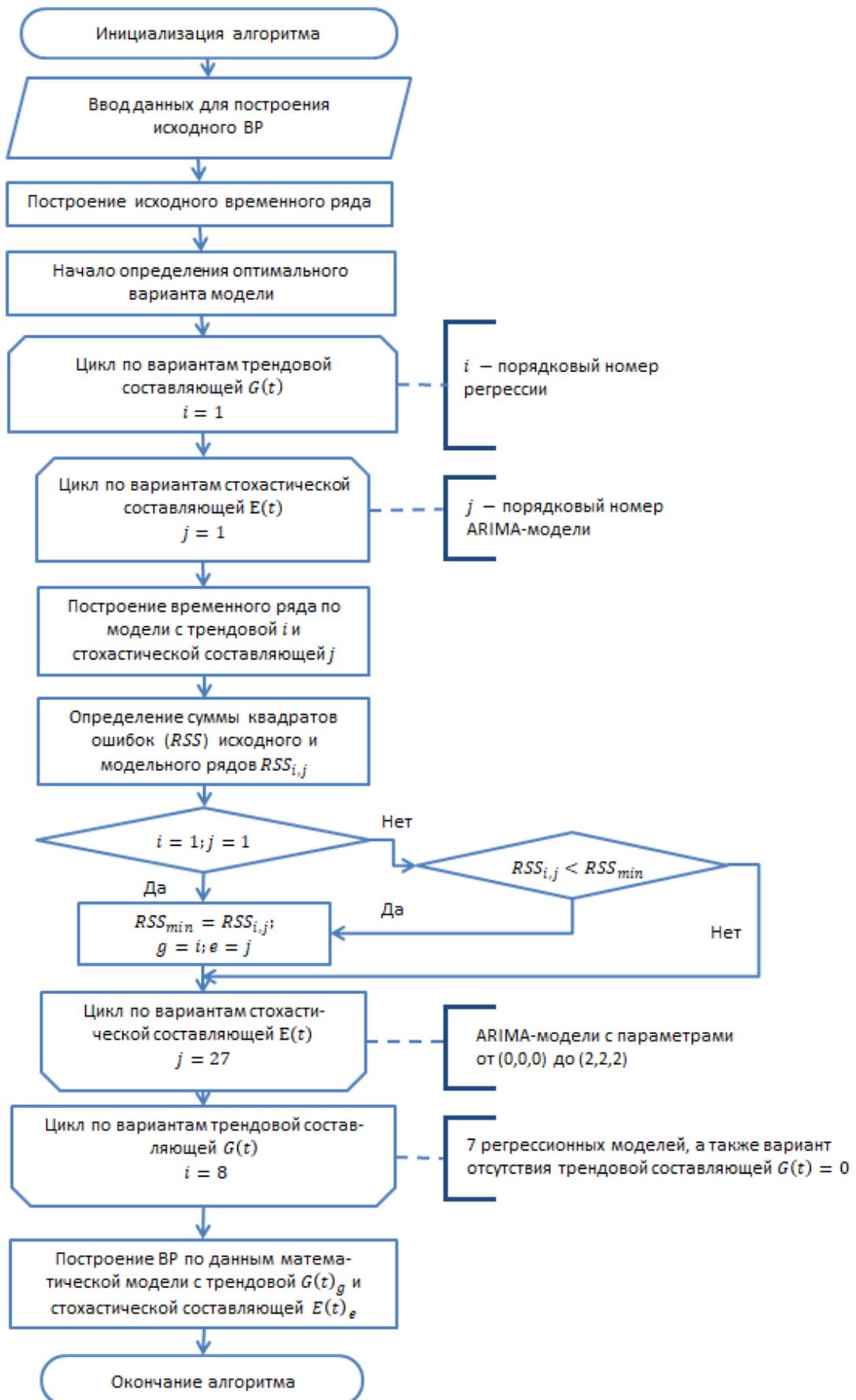


Рисунок 11. Алгоритм выбора оптимального варианта математической модели, описывающей исходный временной ряд

Таким образом, выбор варианта аддитивной математической модели (3) заключается в последовательной элиминации ее составляющих. По итогам анализа 35 временных рядов гипотеза наличия сезонной или циклической составляющих не подтвердилась ни у одного набора данных, поэтому в математической модели соответствующие компоненты $C(t)$ и $S(t)$ были исключены. Анализ трендовой составляющей заключался в выделении одной из семи регрессионных функций по критерию наибольшего коэффициента детерминации R^2 . Выбор варианта стохастической компоненты проводился ARIMA методом с выбором оптимальной модели по критерию наименьшей суммы квадратов. Согласно разработанному алгоритму по выбору оптимального варианта математической модели (3) последовательно перебирались все сочетания трендовой и стохастической составляющих общим количеством 215 вариантов и для каждого рассчитывался параметр суммы квадратов ошибок RSS . Оптимальным вариантом математической модели, которая лучше всего описывала зависимости в исходном временном ряду, считался вариант модели с наименьшей суммой квадратов. Данный алгоритм лег в основу программной реализации мониторинга и прогноза общественно опасных действий психически больных.

В целом анализ временных рядов, построенных по выбранным критериям мониторинга, позволяет определить условный динамический популяционный порог количества совершения ООД лицами определенного возраста с указанным клиническим диагнозом, проживающими в определенном регионе или районе, в виде аддитивной математической модели. Данная модель может использоваться для прогнозирования ООД психически больных.

4.3. Автоматизированная информационная система «Мониторинг и прогнозирование общественно опасных действий психически больных»

Исследования критериев и кратности мониторинга легли в основу разработки автоматизированной информационной системы «Мониторинг и прогнозирование общественно опасных действий психически больных», предназначенной для наблюдения за состоянием ООД психически больных на учрежденческом и региональных уровнях (далее «АИС «Мониторинг ООД»).

Для построения исходного временного ряда и последующего его анализа первоначально необходимо было выбрать кратность и период мониторинга, чему был посвящен раздел 3.2.

В интерфейсе пользователя АИС «Мониторинг ООД» выбор мониторируемого интервала времени осуществляется нажатием кнопки «Изменить», либо двойным щелчком левой клавиши мышки по надписи, после чего активируется окно выбора временного параметра, в котором можно выбрать кратность мониторинга: ежемесячный или ежеквартальный режимы.

Далее в АИС «Мониторинг ООД» необходимо выбрать критерии мониторинга, среди которых возраст, клинический диагноз, статьи УК РФ, а также районы субъекта РФ.

Выбор критериев мониторинга осуществляется по единому принципу. При построении диаграммы учитываются условия, описанные в поле «Условия».

Возрастные фильтры выбираются в соответствии с предложенными вариантами: до 18 лет, 18 - 29 лет, 30 – 39 лет, 40 – 49 лет, 50 – 59 лет, старше 60; либо указав произвольный период. Группы клинического диагноза сформированы по аналогии с отраслевой отчетной формой №38 «Сведения о работе отделений судебно-психиатрической экспертизы». Фильтр экспертиз по характеру общественно опасных действий осу-

ществляется также выбором из существующих вариантов, взятых из таблицы 5000 вышеупомянутой формы с учетом структурных изменений 2016 года.

После того, как все условия определены, формируются запросы к базе данных, и строится таблица нажатием кнопки «Построить». Каждая колонка соответствует определенному ранее заданному месяцу. По исходным данным строится график (рис. 12).

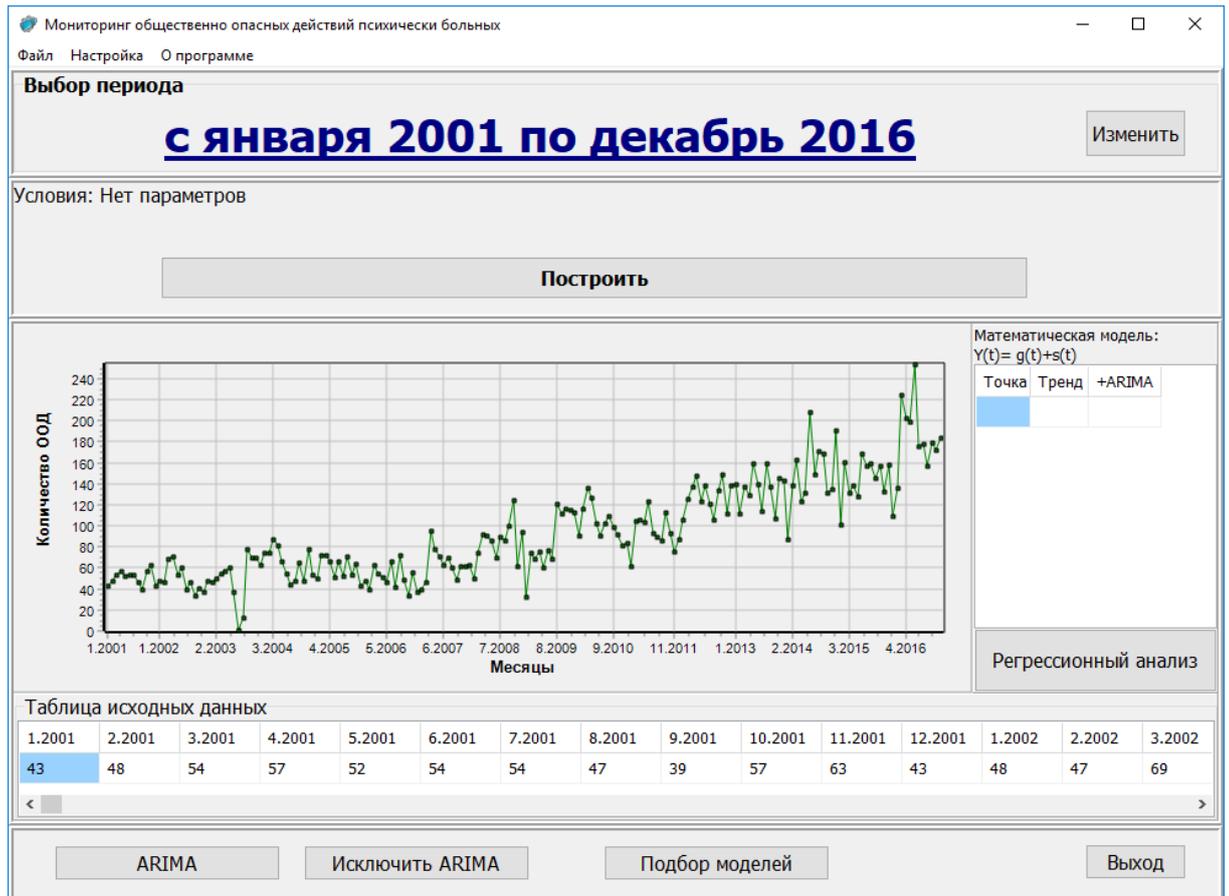


Рисунок 12. Внешний вид главного окна АИС «Мониторинг ООД» при построении тренда ООД

По оси абсцисс перечислены месяцы и годы в хронологическом порядке, по оси ординат количество экспертиз психически больных, совершивших общественно опасные действия.

Согласно общей математической модели анализа временного ряда (3) вначале необходимо исключить циклические и сезонные составляющие

при их наличии. В настоящей работе таковых элементов не обнаружилось. Алгоритм элиминации циклических и сезонных компонент основан на анализе автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций. При их наличии данные с определенной периодичностью заменяются на среднее значение.

Также в АИС «Мониторинг ООД» интегрированы методы регрессионного анализа для исследования структуры временного ряда, выражающейся в закономерном изменении линии тренда, построения регрессионной модели исследуемого процесса и прогнозирования наблюдаемых параметров.

При нажатии кнопки «Регрессионный анализ» происходит подбор наиболее подходящей регрессионной модели.

Все перечисленные параметры рассчитываются и показываются в таблице. Просмотр вариантов регрессионных моделей на диаграмме возможен при нажатии соответствующей строки «Построить». Результатом является наложение двух диаграмм с доверительным интервалом для регрессионной модели (рис. 13).

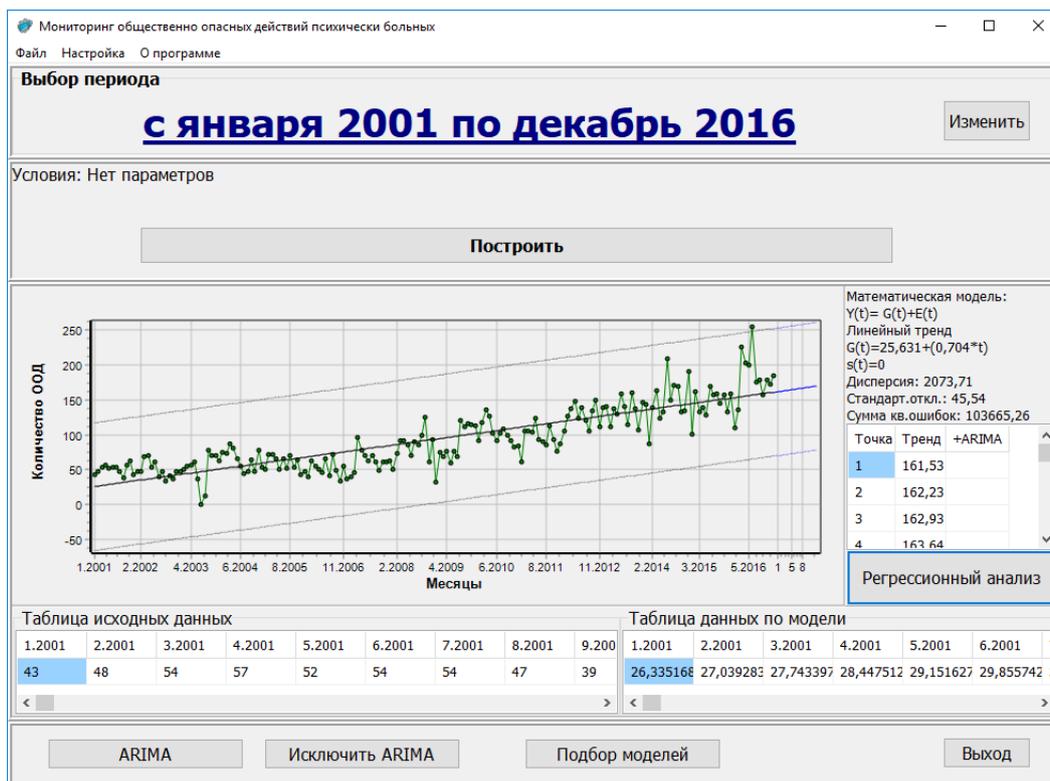


Рисунок 13. Построение временного ряда с наложением данных регрессионной модели

В правой части показывается уравнение регрессионной модели, а также таблица с рассчитанными прогностическими данными.

Ниже расположена таблица с исходными данными временного ряда, а также таблица с данными, рассчитанными по регрессионной модели. Для экспорта полученных данных используется распространенный табличный редактор «Microsoft Excel». Для запуска процесса используется контекстное меню таблицы исходных данных - «Экспорт данных в Excel». Переносится исходная таблица данных, по которой строится регрессионная модель. Для удобства сохранения полученных графических данных используется кнопка «Сохранить диаграмму как картинку», которая позволяет создать графический файл с расширением «*.bmp».

Отдельным функционалом в АИС «Мониторинг ООД» заложены процедуры анализа стохастической составляющей методами авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA). Для этого в программе имеется окно, которое вызывается кнопкой «ARIMA».

Первым шагом при анализе остаточного ряда инициируется процедура формирования описательной статистики. Если до открытия данного окна была построена какая-либо регрессионная модель, то описательная статистика и дальнейшая работа проводится исключительно для исходных данных за вычетом значений регрессионной модели. Далее анализируются выбросы. При их наличии автоматически производится сглаживание данных, о чем делается соответствующая запись в поле «Выбросы».

Параметры AR, I, MA вводятся в соответствующих компонентах. Анализ инициируется кнопкой «Пуск».

По итогам анализа формируется протокол, таблица данных ARIMA-модели, таблица прогностических данных на 12 месяцев вперед и график анализируемых данных вместе с графическим представлением ARIMA-модели (рис. 14).

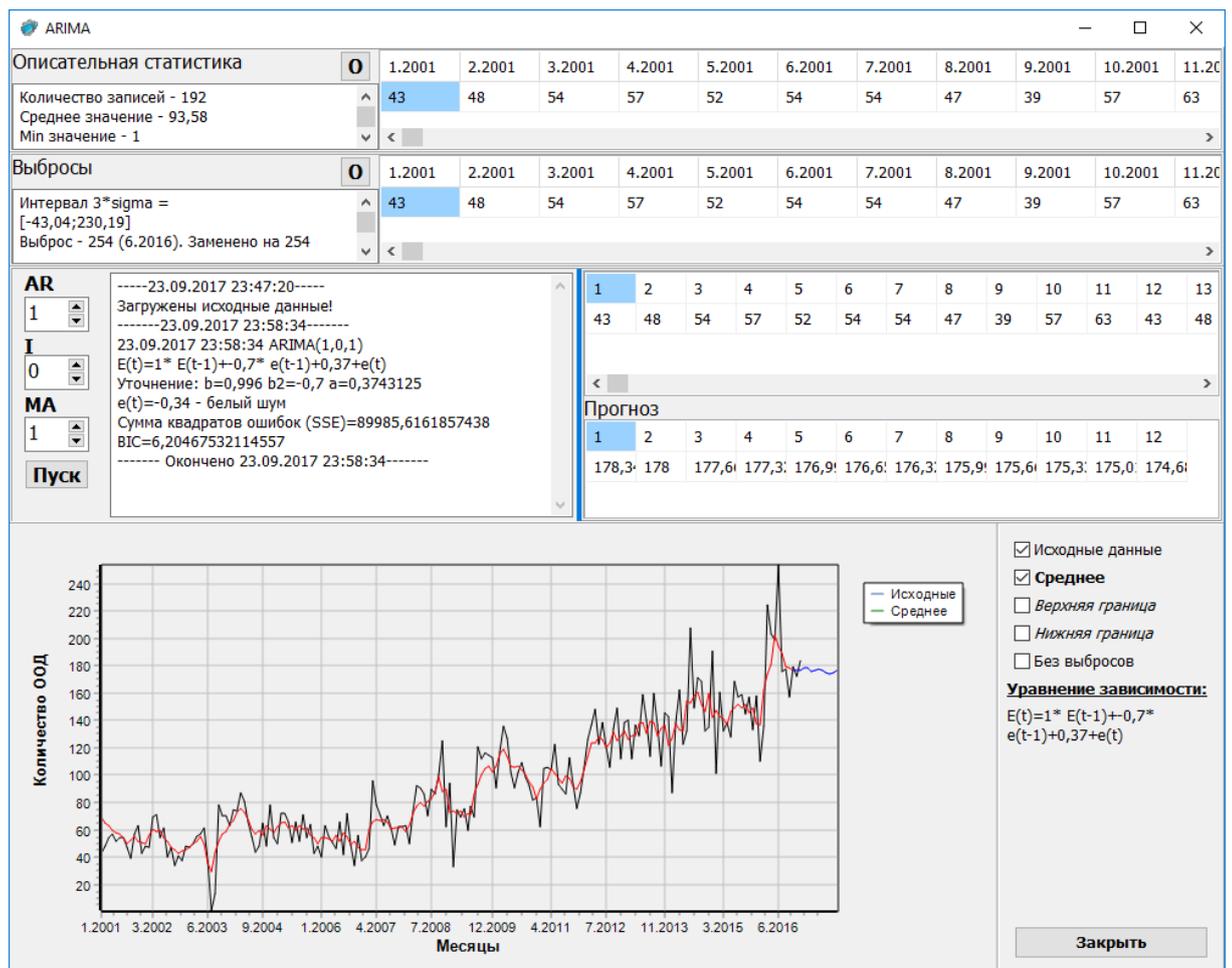


Рисунок 14. Результат анализа остаточного ряда по модели ARIMA (1,0,1)

Справа от диаграммы показано уравнение функции, описывающей ARIMA модели, а также параметры отображения данных на графике.

После закрытия окна количественного и качественного анализа ARIMA модели показывается результирующий график в главном окне (рис. 15). Добавляется красный цветом временной ряд по рассчитанным показателям. Количественная характеристика кривой представлена в таблице «Таблица данных по модели». Таблица с данными прогноза дополняется значениями колонки «+ARIMA» (показываются синей кривой).

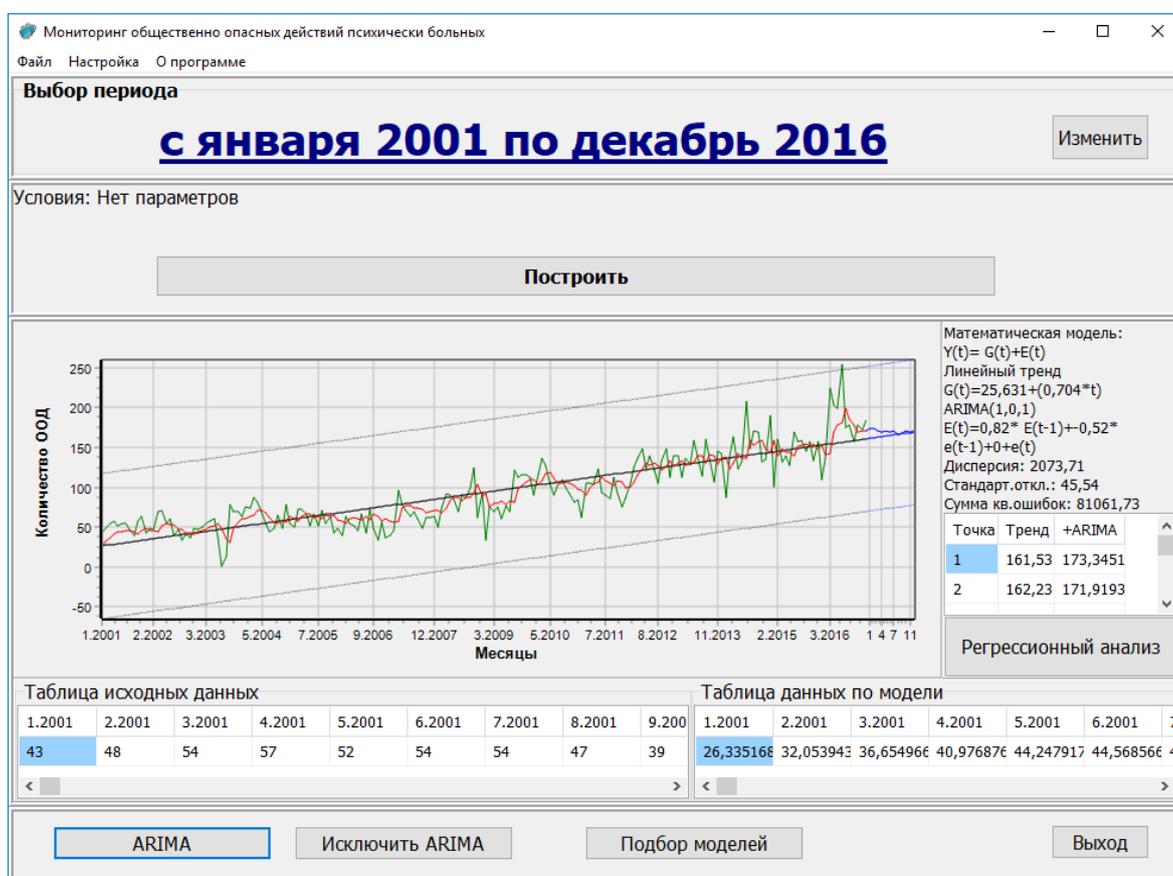


Рисунок 15. Главное окно программы с кривой регрессионной модели, скорректированной ARIMA-моделью.

С целью автоматического подбора оптимального варианта математической модели в программу заложен одноименный функционал. АИС «Мониторинг ООД» автоматически перебирает возможные варианты регрессионных и ARIMA моделей в любых их сочетаниях. Среди ARIMA моделей рассчитывались только параметры со значением не больше 2

включительно. Общее количество перебираемых моделей составило 215 (7 – регрессионных и 27 ARIMA-моделей от (0,0,0) до (2,2,2) во всех возможных сочетаниях, + 26 ARIMA-моделей без трендовой составляющей).

Функционал подбора моделей максимально прост для конечного пользователя, которому необходимо только нажать кнопку «Запуск». АИС «Мониторинг ООД» автоматически начнет перебор различных моделей. Все варианты показываются в протоколе подбора, который помимо исходной составляющей также показывает параметр отбора оптимальной модели – СКО (сумма квадратов ошибок).

По окончании процедуры подбора, которая в среднем занимает около 1 минуты, определяется оптимальная модель с указанием количественных и качественных показателей итоговой модели. Для просмотра графической кривой предназначена кнопка «Построить».

Помимо оптимальной модели также выдается список 20 вариантов, которые максимально приближены к ней. Каждую из рассматриваемых моделей можно оценить визуально. Для этого необходимо правой кнопкой вызвать контекстное меню и выбрать пункт «Построить» (рис. 16).

Все данные по рассчитанным моделям можно передать MS Excel для дальнейшей обработки.

Наиболее оптимальные			
№	СКО	Тренд	ARIMA
1	74740,54	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,059)*t+(50$	ARIMA(2,0,0) $E(t)=0,23*E(t-1)+0,11*E(t-2)+0,03*$
2	74815,68	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,059)*t+(50$	$*E(t-1)+0,32*e(t-1)+0+e$
3	75641,32	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,059)*t+(50$	$*E(t-1)+0,04+e(t)$

Рисунок 16. Контекстное меню таблиц протокола подбора моделей

Автоматизированная система «Мониторинг и прогнозирование общественно опасных действий психически больных» ежегодно может пополняться годовыми базами данных региональной судебно-психиатрической экспертной службы. Для этого предназначен функционал «Импорт данных», который вызывается из одноименного пункта главного меню.

Данный функционал максимально упрощен для конечного пользователя. Необходимо указать присоединяемую базу данных. Для этого требуется лишь нажать кнопку «Соединиться» для подключения, затем начать процесс кнопкой «Старт».

Во время присоединения показывается статистика, которую потом можно сохранить или загрузить предыдущие протоколы для ознакомления.

Таким образом, разработанный программный продукт, используя комплекс математических методов, позволяет в короткие сроки проводить углубленный анализ в необходимом временном интервале ООД психически больных в регионе. Программа за указанный пользователем период с ежемесячной кратностью строит временной ряд по заданным критериям. Данная кривая анализируется регрессионными методами и с помощью авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего. Автоматический подбор оптимального варианта математической модели временного ряда позволяет предположить поведение данной кривой на 12 периодов вперед на основе получения математически обоснованного прогноза. Работа с АИС мониторинга ООД не требуют от пользователя специальных знаний в области статистики.

4.4 Геоинформационная система «Мониторинг общественно опасных действий психически больных»

Геоинформационная система «Мониторинг общественно опасных действий психически больных Тюменской области» (далее ГИС) предназначена для графического отображения количества совершенных психически больными ООД за указанный месяц на карте Тюменской области и города Тюмени средствами цветовой дифференциации.

Для передачи полученных данных за определенный месяц в геоинформационную систему используется одноименный пункт главного меню автоматизированной системы «Мониторинг и прогнозирование общественно опасных действий психически больных». В данную программу

передаются параметры за указанные месяцы, которые в дальнейшем будут показаны в разрезе территории. Критерии расчета данных для графического отображения районов Тюменской области и города Тюмени используются те же, что и в АИС «Мониторинг ООД» на момент вызова ГИС, а именно возрастные периоды, группы диагнозов и номера статей по которым классифицированы ООД.

Интерфейс геоинформационной системы состоит из четырех фрагментов (рис. 17). Верхний фрагмент является неизменяемым и отображает переданные Программой параметры. Следующим фрагментом является непосредственное графическое отображение районов Тюменской области либо города Тюмени.

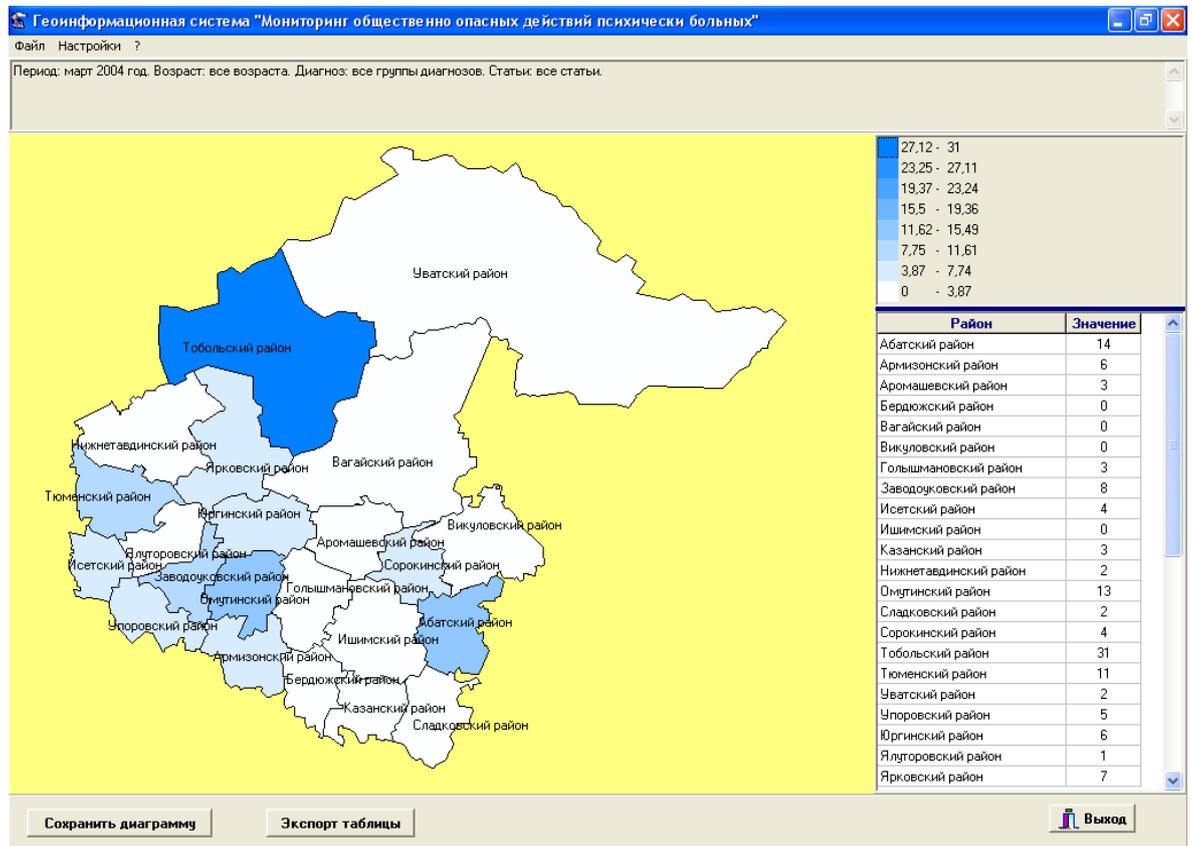


Рисунок 17. Внешний вид ГИС

При прорисовке данных районов учитывается переданное АИС «Мониторинг ООД» значение распространенности в том или ином районе ООД психически больных. Раскраска объектов карты происходит в соответствии с легендой.

Распределение цветов на данной легенде может осуществляться как вручную, так и автоматически. Для контроля за данной функцией существует всплывающее меню, которое появляется после нажатия правой клавиши мыши по области легенды. Для изменения цветовой гаммы вручную необходимо левой клавишей мыши нажать на соответствующий цвет, вызвав при этом стандартную палитру. При необходимости увеличения или уменьшения количества строк легенды используются пункты всплывающего меню «+» и «-» соответственно.

При установленном количестве строк легенды для автоматического распределения значений необходимо вызвать пункт «Авторазбиение». Данная функция подставляет максимально возможное значение в первую строку и минимально возможное в последнюю строку легенды, после в равных долях делит все значения от наибольшему к наименьшему. Для плавного перехода от цвета, соответствующего максимальному значению легенды к минимальному, используется пункт меню «Градиент».

Значения для каждого района отображаются в следующей части ГИС «Таблица данных», на основании которой осуществляется цветовая дифференциация.

Картографическое отображение районов города Тюмени переключается в главном меню «Файл»→пункт «Тюмень». При переключении между указанными режимами автоматически меняются параметры легенды и таблица значений. Графическое отображение можно настраивать, вызвав соответствующее диалоговое окно.

В ГИС существует возможность сохранить полученные данные как рисунок в формате «*.bmp», с помощью кнопки «Сохранить диаграмму» либо аналогичного пункта в главном меню «Файл».

Система автоматизированного мониторинга позволяет пользователю без специальной подготовки получать данные о ситуации с ООД психически больных, в том числе в картографической форме.

Таким образом, как представлено в главе 4, при проектировании информационной системы мониторинга и прогнозирования ООД психически больных были выбраны основные критерии, по которым осуществляется мониторинг, такие как возраст, клинический диагноз, характер преступления. Определена оптимальная кратность наблюдения. Разработанный алгоритм построения регрессионных и ARIMA-моделей позволяет оценить качественную и количественную параметрическую оценку аддитивной математической модели, на основе которой осуществляется прогнозирование ООД психически больных.

Разработанные информационные системы позволяют осуществлять компьютерный мониторинг, задавать необходимые параметры, строить временные ряды с ежемесячной периодичностью, автоматически подбирать оптимальный вариант математической модели из 215 возможных по критериям наименьшей разности квадратов ошибок или ВИС-критерию. Функционал программы дополнен геоинформационной системой, которая позволяет визуально оценить вклад каждой территории региона в ООД психически больных за определенный период времени.

Глава 5. Проверка адекватности прогноза общественно опасных действий психически больных

Построение временных рядов, их анализ и прогнозирование проводилось в АИС «Мониторинг общественно опасных действий психически больных».

Данный программный инструмент позволяет построить временной ряд в ежемесячном и ежеквартальных режимах и определить его аддитивные составляющие, как в ручном, так и в автоматическом режиме. С целью определения результирующей математической модели программа перебирает возможные варианты среди основных регрессионных моделей. Среди вариантов моделей ARIMA (p,d,q) перебираются все возможные варианты с диапазоном параметров от 0 до 2 включительно. Отдельно рассматривается модель с отсутствием тренда, где временной ряд рассматривается, как набор случайных наблюдений. Таким образом, программа автоматически подбирает оптимальную модель среди 215 возможных вариантов.

Количество критериев, по которым проводится анализ, составляет 3, каждый из которых делится на группы. Так критерий «Возраст» содержит следующие группы «до 18 лет», «от 18 до 29 лет», «от 30 до 39 лет», от «40 до 49 лет», «от 50 до 59 лет» и «старше 60 лет». Критерий «клинический диагноз» содержит 9 основных групп диагнозов, соответствующих аналогичным в отраслевой отчетной форме №38. А критерий «Характер ООД» – 5 основных групп статей УК РФ, также соответствующих указанной отраслевой форме. Программа позволяет проводить анализ как по одному критерию, так и по нескольким в любом их сочетании. Таким образом, количество различных вариантов анализа превышает 300 вариантов. С целью проверки адекватности оптимальной математической модели были выбраны 5 самых многочисленных и показательных критериев и их сочетаний.

Методика проверки адекватности математической модели, на основе которой строился прогноз, была следующей. Обработывался массив

данных с 2001 по 2014 год в ежеквартальном режиме, строился прогноз на 8 кварталов (2 года), который затем сравнивался с реальными данными 2015-2016 года. Выдвигалась нулевая (H_0) гипотеза об отсутствии различий между двумя независимыми выборками.

Оценка проводилась по U-критерию Манна-Уитни. Для наглядности U_{emp} рассчитывалась, как для регрессионной модели, так и для регрессионной модели, скорректированной ARIMA. Критерием для выбора является показатель суммы квадратов ошибок между эмпирическими и рассчитываемыми данными. При отсутствии детерминирующей составляющей оптимальной считалась модель с минимальным значением Байесовского информационного критерия (BIC).

Также однородность эмпирических и прогностических данных проверялась по критерию Лемана-Розенблатта, условие принятия нулевой гипотезы – $A_{emp} < 0,4614$. В настоящей работе проведены расчеты по двум вышеперечисленным критериям, но в виду высокой мощности и подтвержденной состоятельности последнего [А.И. Орлов, 2012] результаты проверки адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели представлены по нему.

5.1 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Общее количество ООД психически больных»

При анализе временного ряда оценивались аддитивные элементы зависимости согласно формуле (3) в разделе 2.2 (с. 25).

Первый временной ряд показывал динамику общего количества ООД в ежеквартальном режиме (рис. 18).

При автоматическом подборе оптимального варианта математической модели наименьшая сумма квадратов ошибок продемонстрировала следующая модель:

$$Y(t) = G(t) + E(t), \text{ где}$$

$$G(t) = 0,184t^2 - 4,898t + 266,737, \text{ и}$$

$$E(t) = 0,43E_{t-1} + 0,03E_{t-2} - 1,04 + \varepsilon_t.$$



Рисунок 18. Подбор оптимального варианта математической модели для временного ряда, показывающего динамику общего количества ООД за период 2001-2014 гг. в ежеквартальном режиме

Регрессионная составляющая представлена в данном случае квадратичной функцией, которая по своей математической природе является слабо интерпретируемой. При визуальном анализе можно отметить начальное снижение показателей совершения ООД психически больными, с последующей незначительной положительной тенденцией. Модель остатков ARIMA (2,0,0) также показывает положительную зависимость от предыдущего значения с коэффициентом 0,438 и незначительную с коэффициентом 0,03 – от предпредыдущего значения.

При проверке адекватности модели по критерию Лемана-Розенблатта типа омега-квадрат получили значение $A_{emp} = 0,3281$, что статистически подтверждает однородность эмпирических и прогностических данных (рис.19).

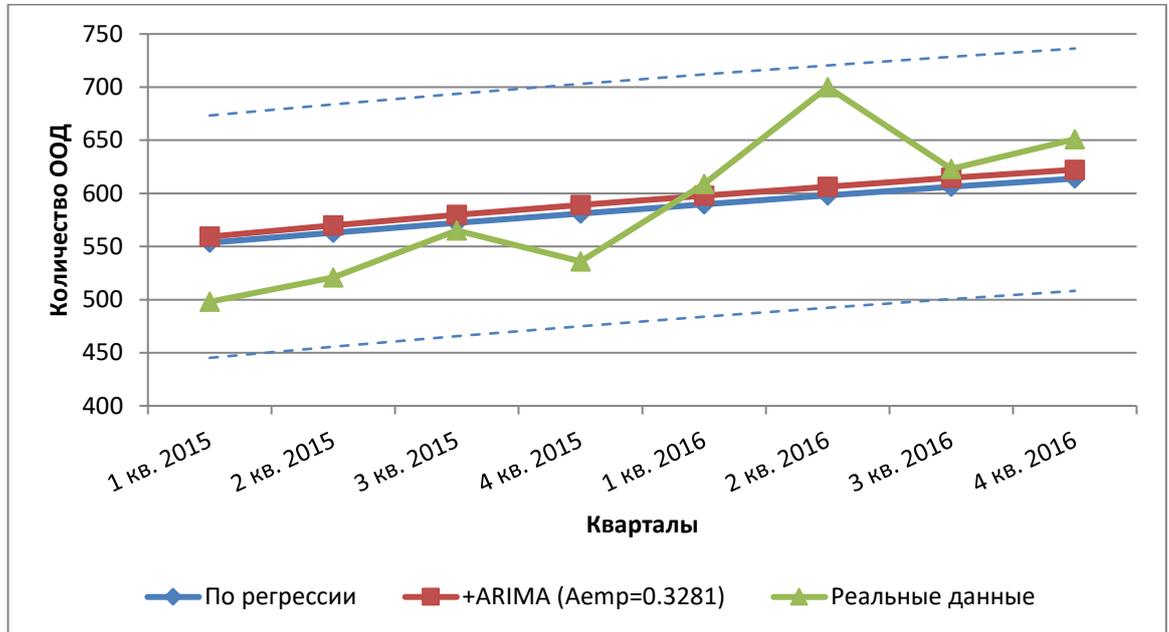


Рисунок 19. Сопоставление прогноза по регрессии и по регрессии, скорректированной ARIMA, а также реальных данных по общему количеству ООД за 2015-2016 года.

Согласно прогнозу, скорректированному математической моделью ARIMA (2,0,0), количество ООД психически больных данной группы в 2015-2016 гг. будет ежеквартально равномерно увеличиваться. Так, в начале 2015 года по прогнозу количество экспертиз составит 559 ± 114 , по реальным данным 498, что входит в указанный диапазон прогноза. Во втором квартале 2016 года наблюдается пик, и фактическое число экспертиз составило 700, по прогнозу же ожидалось 606 ± 114 , что входит в указанный диапазон. Адекватность прогноза подтверждается, как визуально, так и статистически.

Территориальное распределение исследуемого критерия на 2016 год, представленное в геоинформационной системе, можно видеть на рисунке 20.

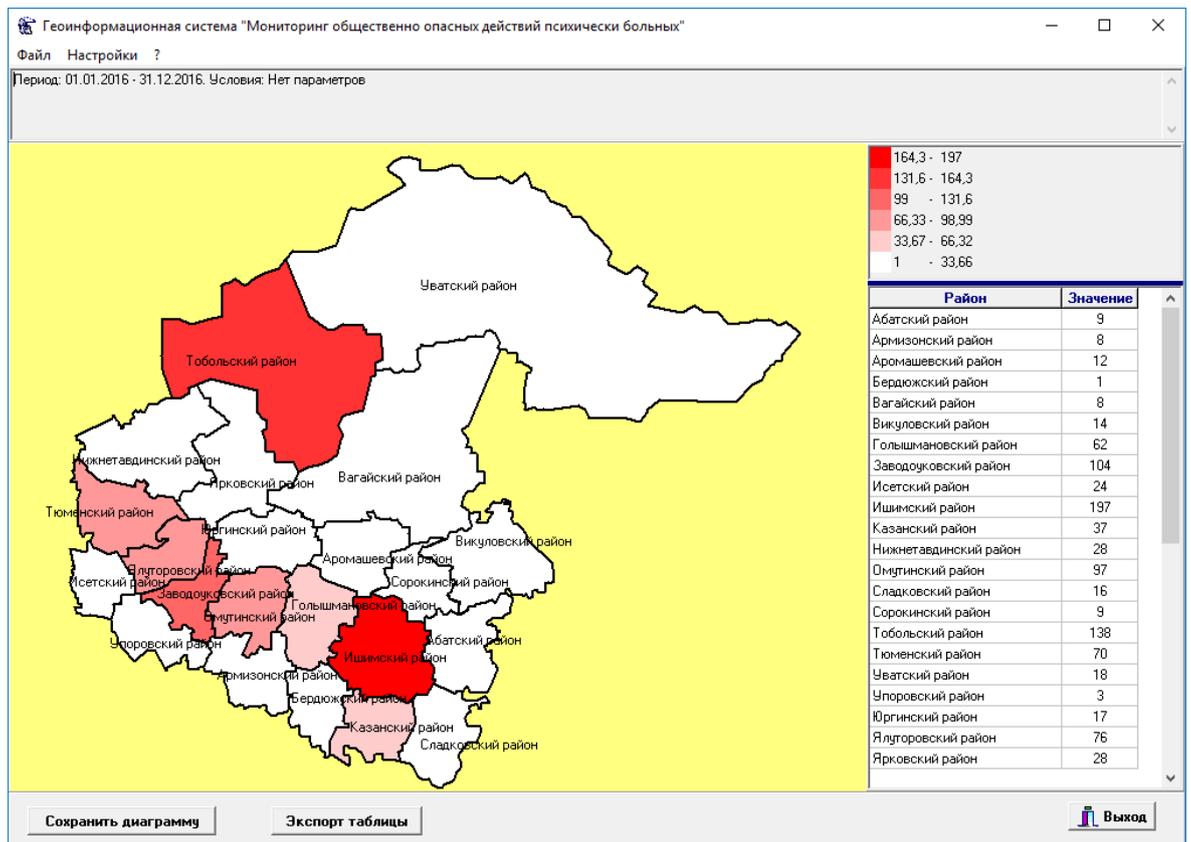


Рисунок 20. Территориальное распределение общего количества экспертиз в Тюменской области за 2016 год.

По данным геоинформационной системы наибольшее количество экспертиз было проведено лицам, совершившим преступления в Ишимском и Тобольском районах – 197 и 138 в абсолютных значениях соответственно. Далее следуют Заводоуковский, Омутинский, Ялуторовский, Тюменский и Гольшмановский районы с абсолютными значениями – 104, 97, 76, 70 и 62 соответственно.

При пересчете относительных показателей на 10 000 населения наиболее неблагоприятным остается Омутинский район с показателем 44 экспертизы/10000 населения, тогда как Гольшмановский, Заводоуковский, и Ишимский районы имеют показатели – 22, 22 и 19 соответственно. Тюменский район в результате показал относительно небольшое значение – 10.

Таким образом, прогноз, построенный на основе выявленного оптимального варианта математической модели, оказался адекватным, так как статистически значимых различий между реальными данными и прогнозом не выявлено. Фактическое количество экспертиз вошло в коридор доверительного интервала прогноза с ошибкой $6,9 \pm 3,4\%$ ($p = 0,05$).

5.2 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Количество ООД несовершеннолетних психически больных»

По данным за 14 лет аналогично была произведена выборка и построен временной ряд по критерию «Количество ООД несовершеннолетних психически больных» (рис. 21).

Программными средствами наименьшую сумму квадратов ошибок имеет модель, которая математически описывается следующим выражением:

$$Y(t) = G(t) + E(t), \text{ где}$$

$$G(t) = -0,0017t^3 + 0,166t^2 - 3,481t + 65,725, \text{ и}$$

$$E(t) = 0,4E_{t-1} - 0,02E_{t-2} + 0,77 + \varepsilon_t.$$

При анализе ООД, совершенных несовершеннолетними психически больными, наблюдается полиномиальная зависимость третьей степени. Модель ARIMA (2,0,0) показывает наличие зависимости остаточного ряда от двух предыдущих значений.

При проверке адекватности модели по критерию Лемана-Розенблатта типа омега-квадрат получили значение $A_{emp} = 0,1407$, что статистически подтверждает однородность эмпирических и прогностических данных (рис. 22).

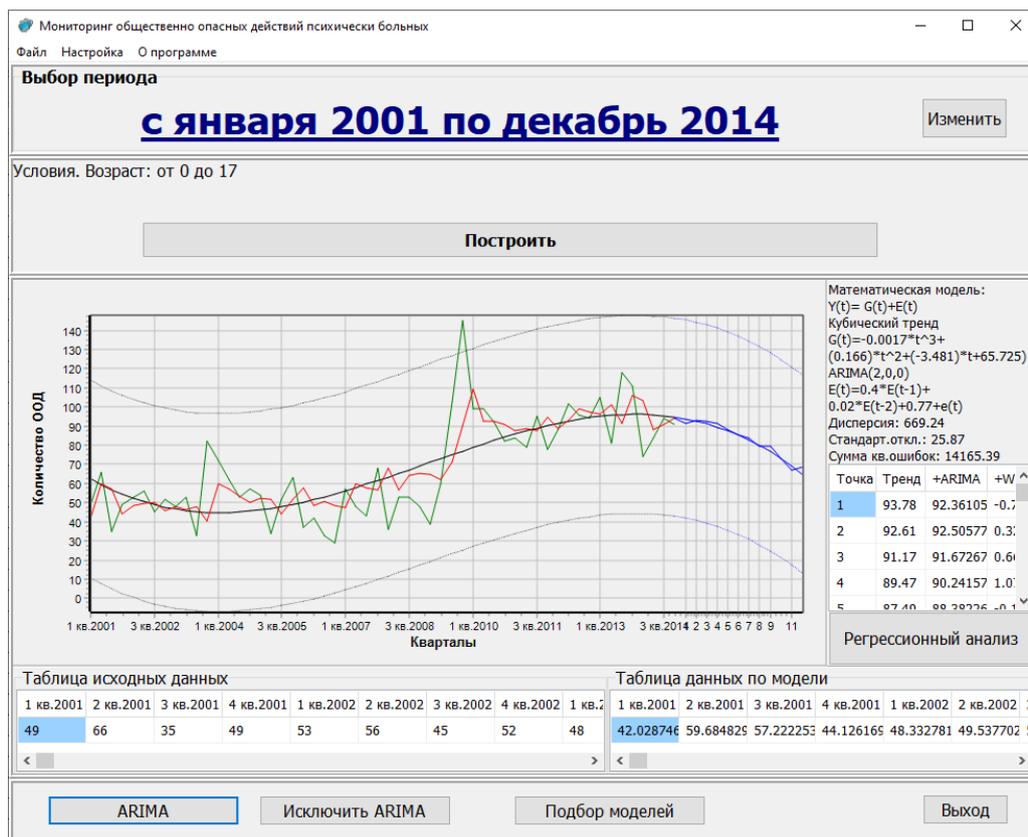


Рисунок 21. Подбор оптимального варианта математической модели для временного ряда, показывающего динамику количества ООД несовершеннолетних психически больных за период 2001-2014 гг.

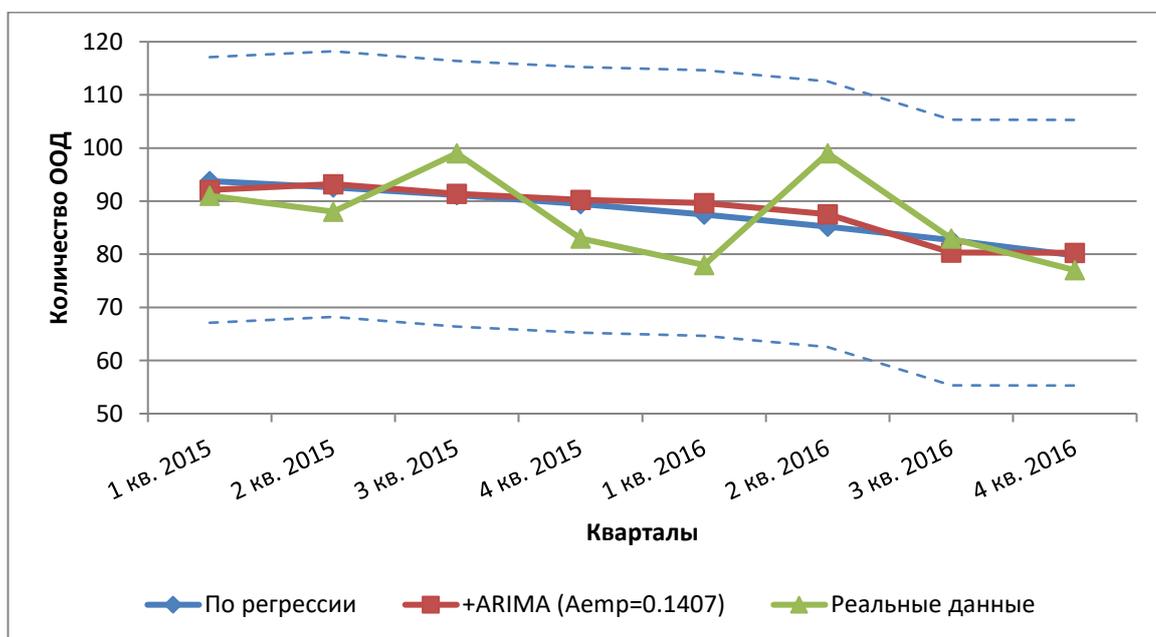


Рисунок 22. Сопоставление прогноза по регрессии и по регрессии, скорректированной ARIMA, а также реальных данных по количеству ООД несовершеннолетних за 2015-2016 года.

Согласно прогнозу, скорректированному математической моделью ARIMA (2,0,0), количество ООД несовершеннолетних психически больных в 2015-2016 гг. будет ежеквартально равномерно уменьшаться. Так, в начале 2015 года по прогнозу количество экспертиз составит 92 ± 24 , по реальным данным 91, что практически точно входит в указанный диапазон прогноза. В третьем квартале 2015 года и 2 квартале 2016 года наблюдаются пики, где фактическое число экспертиз составило по 99, по прогнозу же ожидалось 91 ± 24 и 88 ± 24 соответственно, что также входит в указанный диапазон. Адекватность прогноза подтверждается, как визуально, так и статистически. Результат проверки адекватности модели представлен на рисунке 22.

Территориальное распределение исследуемого критерия на 2016 год представлено на рисунке 23.

По данным геоинформационной системы наибольшее количество экспертиз было проведено лицам, совершившим преступления в Тобольском и Ярковском районах – 38 и 28 в абсолютных значениях соответственно.

При пересчете относительных показателей на 10 000 населения наиболее неблагополучным можно считать Ярковский район с показателем 11 экспертиз на 10000 населения, тогда как Тобольский район имеет значение данного показателя – 3. Помимо этого, высокий относительный показатель имеет Сладковский и Аромашевский районы – 10 и 8 экспертиз на 10000 населения соответственно.

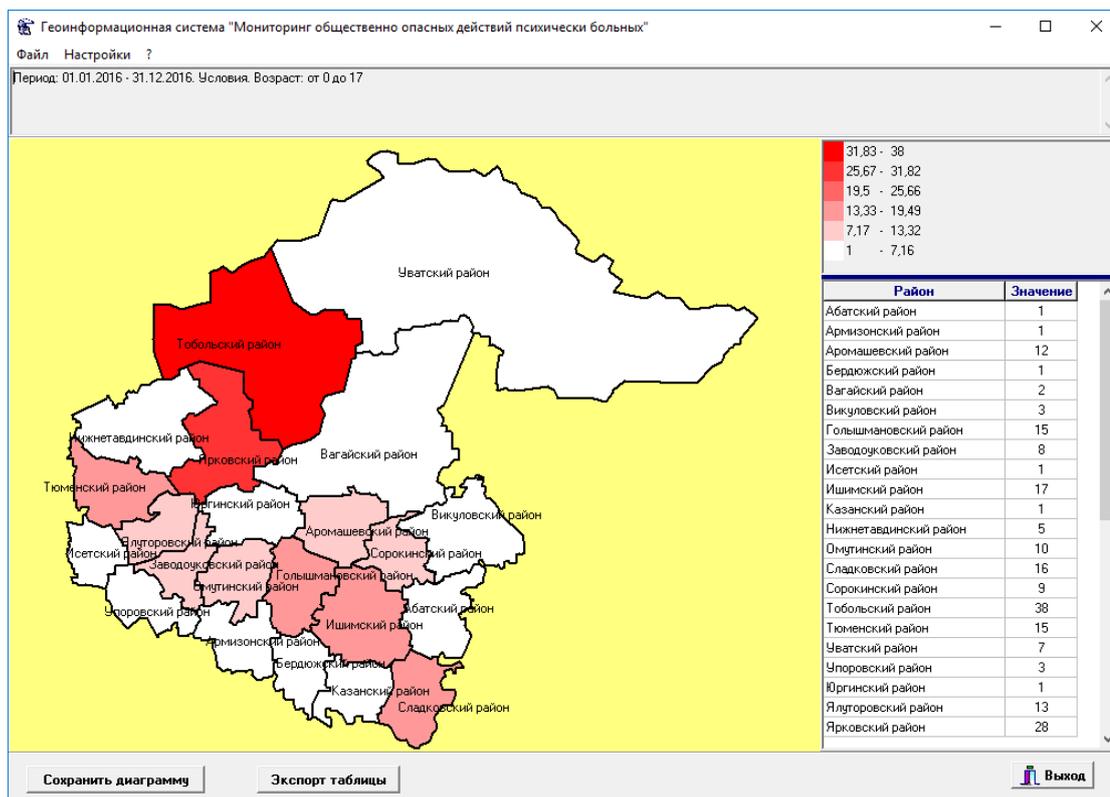


Рисунок 23. Сопоставление прогноза по регрессии и по регрессии, скорректированной ARIMA, а также реальных данных по количеству ООД за 2016 года.

Таким образом, прогноз, построенный на основе выявленного оптимального варианта математической модели, оказался адекватным, так как статистически значимых различий между реальными данными и прогнозом не выявлено. Фактическое количество экспертиз вошло в коридор доверительного интервала прогноза с ошибкой $7,2 \pm 3,1\%$ ($p = 0.05$).

5.3 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Умственная отсталость (F70-F79)»

Критерий «Умственная отсталость» является самым многочисленным среди клинических диагнозов. При анализе данного временного ряда получили следующие результаты (рис. 24).

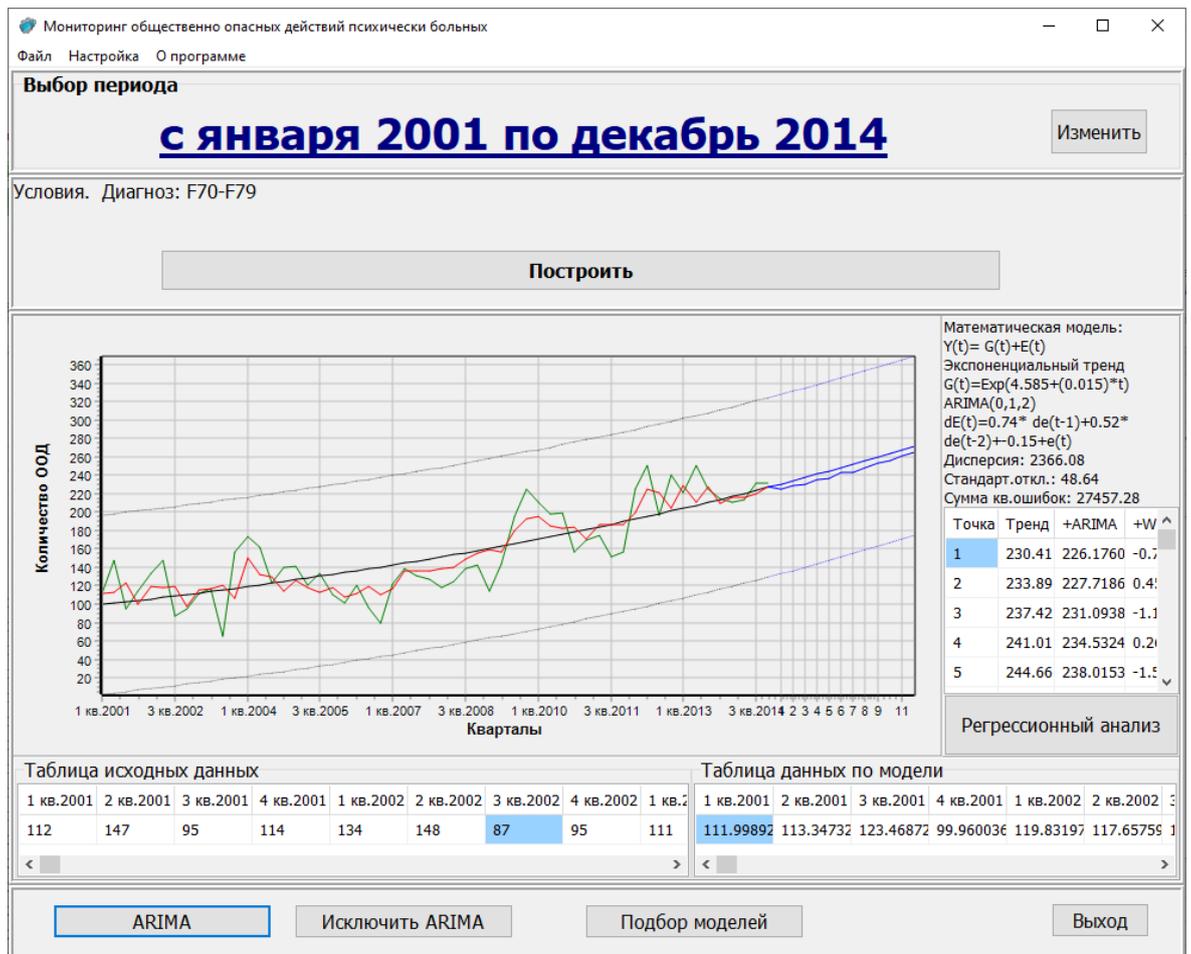


Рисунок 24. Подбор оптимального варианта математической модели для временного ряда, показывающего динамику по критерию «Умственная отсталость» за период 2001-2014 гг.

Оптимальной моделью является следующая:

$$Y(t) = G(t) + E(t), \text{ где}$$

$$G(t) = \exp(4,585 + 0,015t) \text{ и}$$

$$dE(t) = 0,74de_{t-1} + 0,52de_{t-2} - 0,15 + \varepsilon_t.$$

Анализ ООД психически больных с клиническим диагнозом «Умственная отсталость» (F70-F79) позволил определить оптимальный вариант математической модели экспоненциальной зависимости с корректировкой остаточных данной моделью ARIMA (0,1,2). В данном случае интерпретация экспоненты не позволяет делать долгосрочные прогнозы, так как природа развития экспоненты носит «взрывной» характер.

При проверке адекватности модели по критерию Лемана-Розенблатта типа омега-квадрат получили значение $A_{emp} = 0,4375$, что статистически подтверждает однородность эмпирических и прогностических данных (рис. 25).

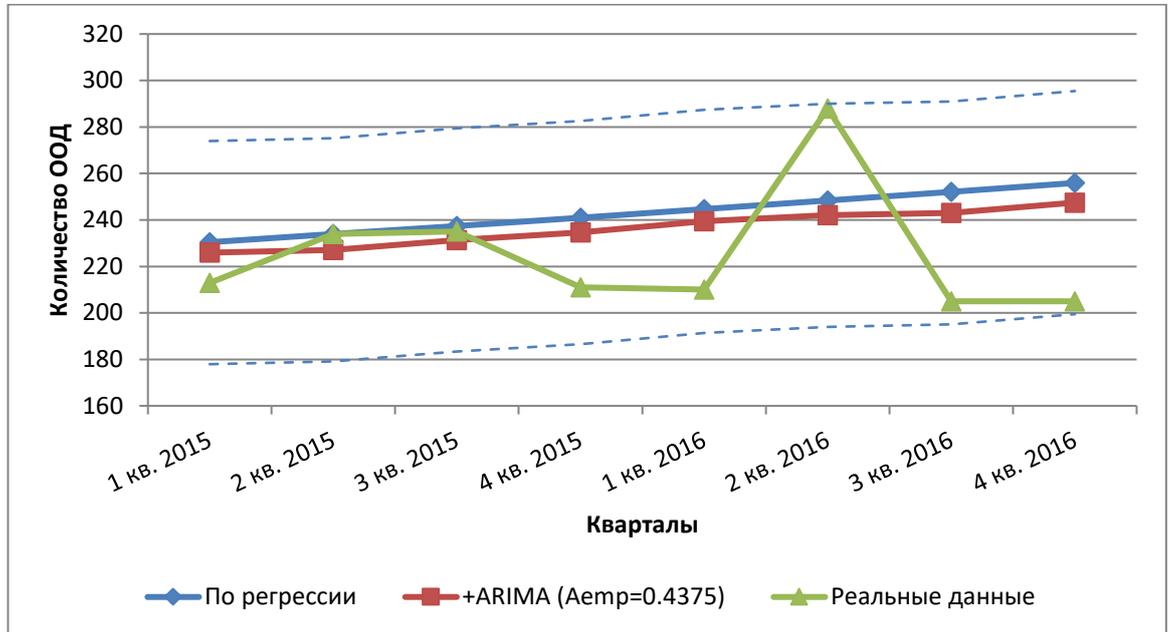


Рисунок 25. Сопоставление прогноза по регрессии и по регрессии, скорректированной ARIMA, а также реальных данных по критерию «Умственная отсталость» за 2015-2016 гг.

Согласно прогнозу, скорректированному математической моделью ARIMA (2,0,0), количество ООД психически больных с диагнозом «Умственная отсталость» в 2015-2016 гг. будет ежеквартально равномерно уменьшаться. Так, в начале 2015 года по прогнозу количество экспертиз составит 226 ± 48 , по реальным данным 213, что входит в указанный диапазон прогноза. Во втором квартале 2016 года наблюдается пик со значением 288, по прогнозу же ожидалось 242 ± 48 , что входит в указанный диапазон. Адекватность прогноза подтверждается, как визуально, так и статистически.

Территориальное распределение исследуемого критерия на 2016 год представлено на рисунке 26.

По данным геоинформационной системы наибольшее количество экспертиз было проведено лицам, совершившим преступления в Ишимском районе – 100 в абсолютных значениях. Следующими по численности экспертиз лицам с умственной отсталостью находятся районы Омутинский, Тобольский и Заводоуковский со значениями 62, 45 и 44.

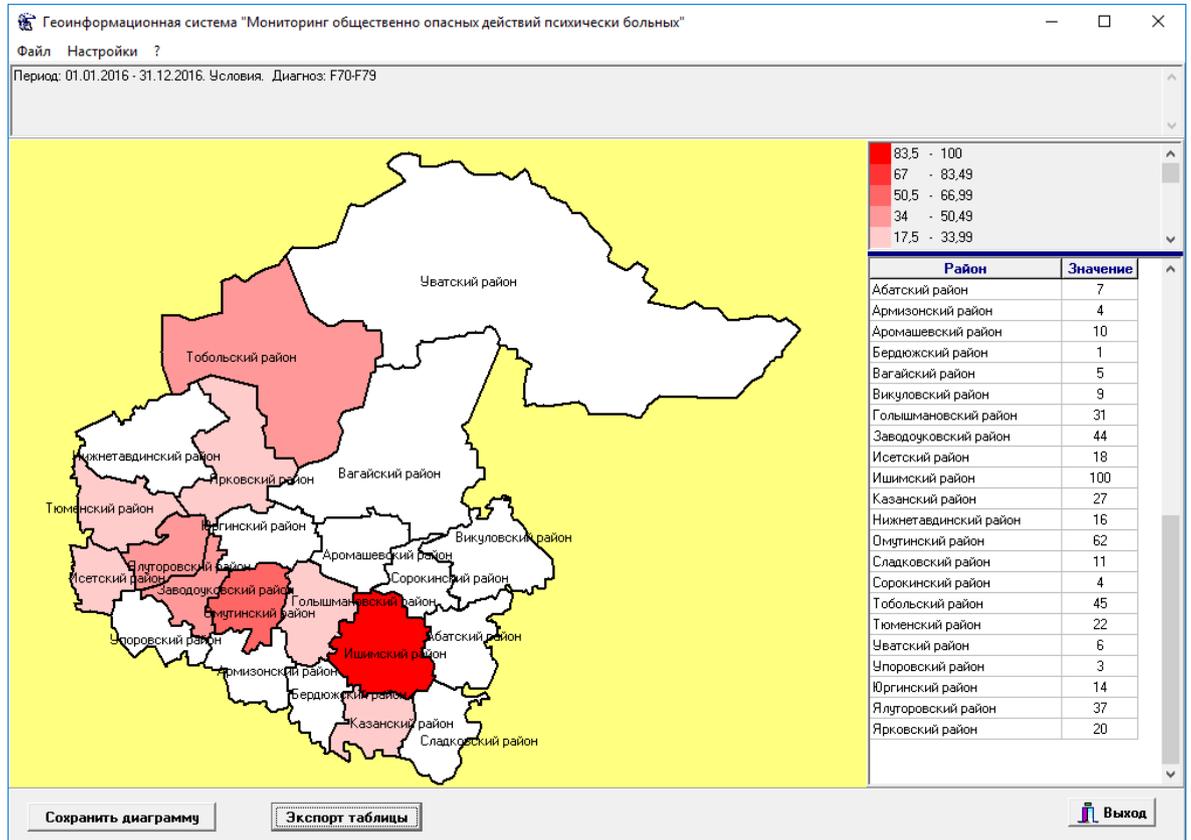


Рисунок 26. Территориальное распределение общего количества экспертиз, проведенных лицам с умственной отсталостью в Тюменской области за 2016 год.

При пересчете относительных показателей на 10 000 населения заслуживает внимания только Омутинский район со значимо высоким показателем по сравнению с остальными районами – 30 экспертиз на 10000 населения, тогда как Ишимский район имеет значение данного показателя – 10.

Таким образом, применение ARIMA-метода позволило получить статистически подтвержденный адекватный прогноз, построенный на основе выявленного оптимального варианта математической модели, так

как статистически значимых различий между реальными данными и прогнозом не выявлено. Фактическое количество экспертиз вошло в коридор доверительного интервала прогноза с ошибкой $11,4 \pm 5,0\%$ ($p = 0,05$).

5.4 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критерию «Преступления против собственности»

Среди всех преступлений данная группа является самой многочисленной в своей категории. При анализе данного временного ряда получили следующие результаты (рис. 27).

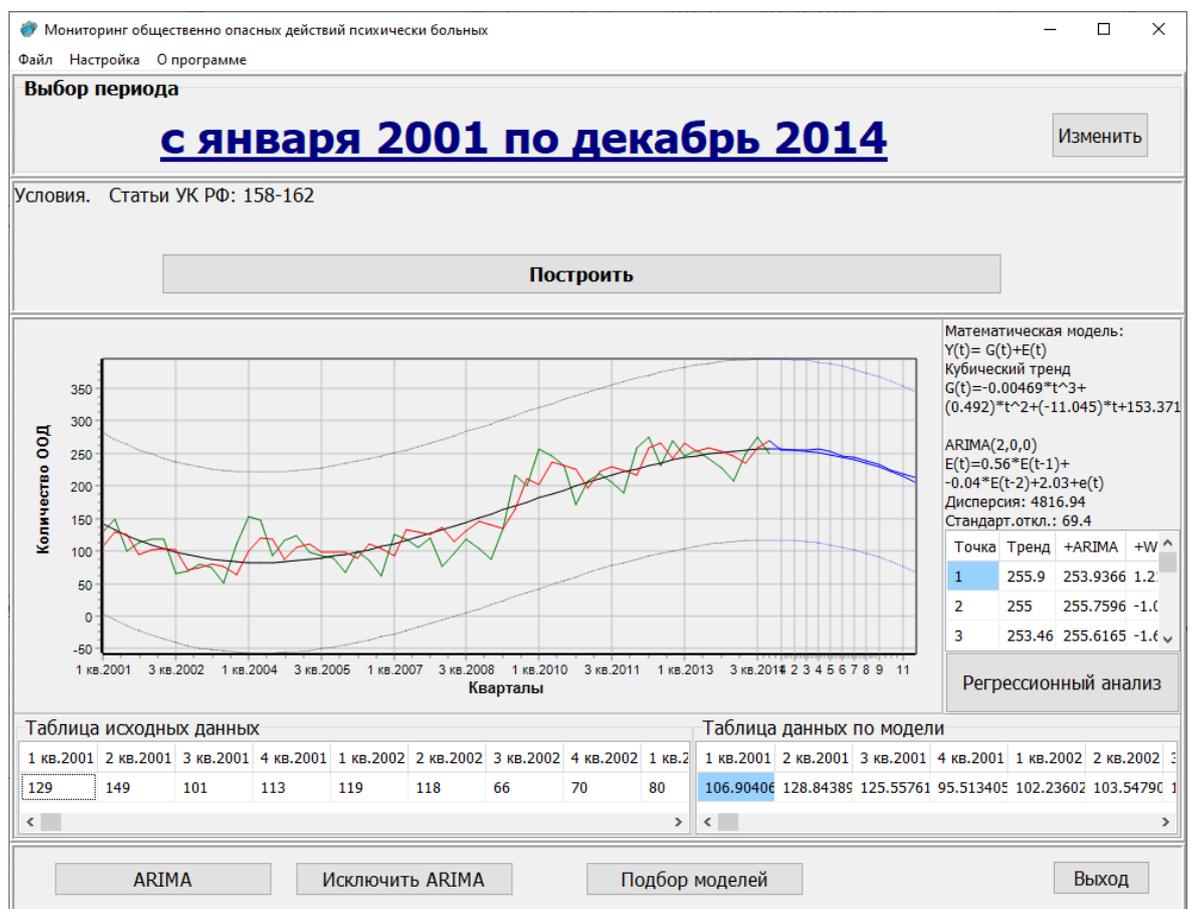


Рисунок 27. Подбор оптимального варианта математической модели для временного ряда, показывающего динамику по критерию «Преступления против собственности (158-162 ст. УК РФ)» за период 2001-2014 гг.

Наименьшую сумму квадратов ошибок имеет модель, которая математически описывается следующим выражением:

$$Y(t) = G(t) + E(t), \text{ где}$$

$$G(t) = -0,00469t^3 + 0,492t^2 - 11,045t + 153,371, \text{ и}$$

$$E(t) = 0,56E_{t-1} - 0,04E_{t-2} + 2,03 + \varepsilon_t.$$

Регрессионная составляющая представлена в данном случае полиномиальной функцией третьей степени. При визуальном анализе можно отметить начальное падение показателей совершения ООД психически больными, с последующей незначительной положительной тенденцией. Модель остатков ARIMA (1,0,1) также показывает положительную зависимость от предыдущего значения с коэффициентом 0,85 и отрицательную зависимость от значения предыдущей ошибки – коэффициент 0,51.

При проверке адекватности модели по критерию Лемана-Розенблатта типа омега-квадрат получили значение $A_{emp} = 0,2969$, что статистически подтверждает однородность эмпирических и прогностических данных (рис. 28).

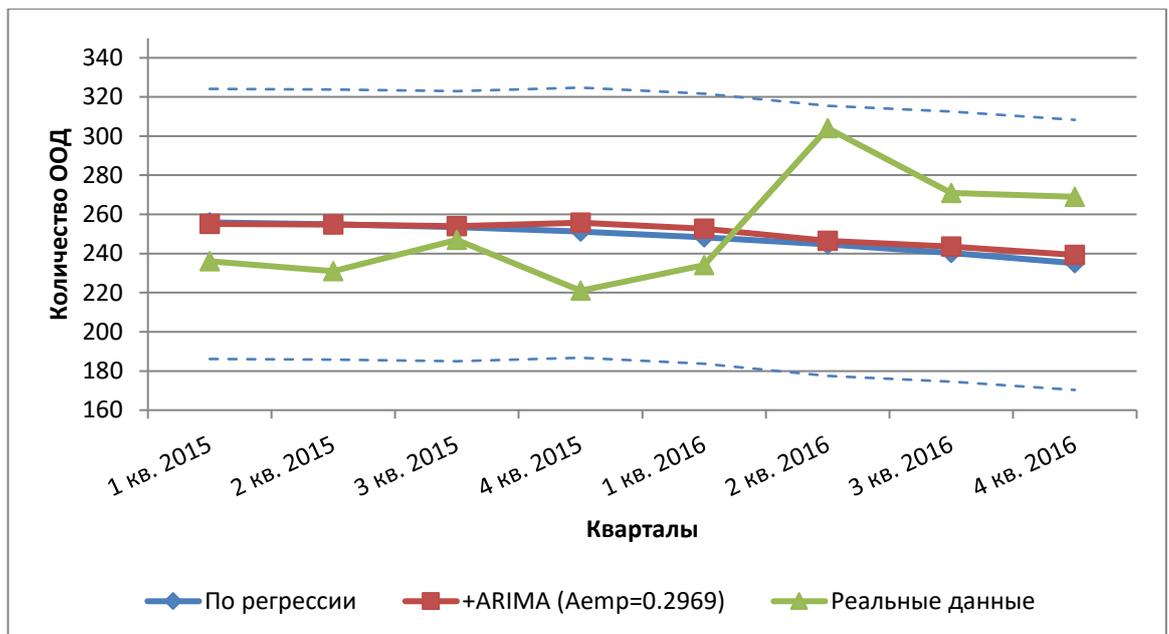


Рисунок 28. Сопоставление прогноза по регрессии и по регрессии, скорректированной ARIMA, а также реальных данных по критерию «Преступления против собственности (158-162 ст. УК РФ)» за 2015-2016 гг.

При анализе ООД психически больных против собственности (158-162 ст. УК РФ) наблюдается полиномиальная зависимость третьей степени. Согласно прогнозу, скорректированному математической моделью ARIMA (2,0,0), количество ООД психически больных данной группы в

2015-2016 гг. будет ежеквартально незначительно уменьшаться. Так, в начале 2015 года по прогнозу количество экспертиз составит 255 ± 60 , по реальным данным 236, что входит в указанный диапазон прогноза. Во втором квартале 2016 года наблюдается пик, и фактическое число экспертиз составило 304, по прогнозу же ожидалось 247 ± 60 , что входит в указанный диапазон. Адекватность прогноза подтверждается, как визуально, так и статистически (рис. 29).

Территориальное распределение исследуемого критерия на 2016 год представлено на рисунке 29.

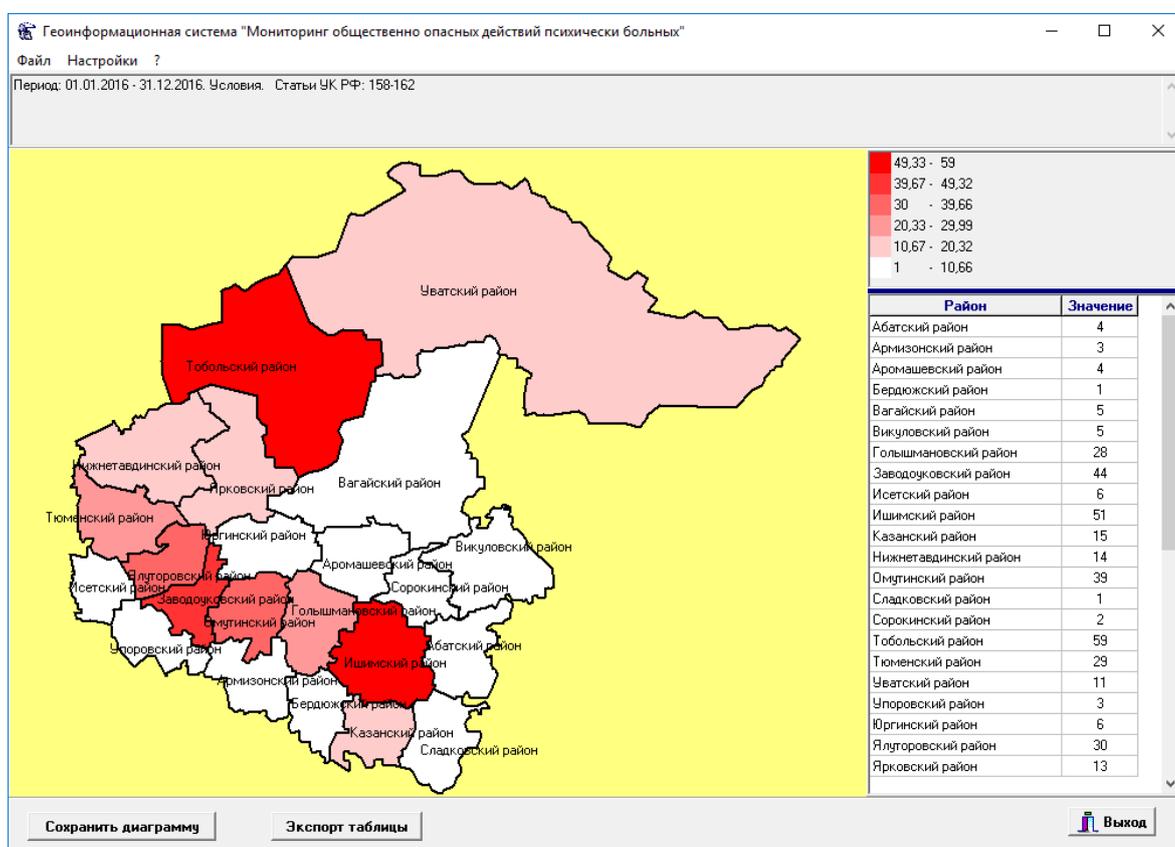


Рисунок 29. Территориальное распределение экспертиз, проведенных лицам, которые совершили преступления против собственности в Тюменской области за 2016 год.

По данным геоинформационной системы наибольшее количество экспертиз было проведено лицам, совершившим преступления против собственности в Тобольском и Ишимском районах – 59 и 51 в абсолютных значениях соответственно.

При пересчете относительных показателей на 10 000 населения наиболее неблагоприятным оказывается Омутинский и Голышмановский районы с показателями 18 и 10 экспертиз на 10000 населения, тогда как Тобольский и Ишимский районы имеют показатели – 4 и 5 соответственно.

Таким образом, прогноз, построенный на основе выявленного оптимального варианта математической модели, оказался адекватным, так как статистически значимых различий между реальными данными и прогнозом не выявлено. Фактическое количество экспертиз вошло в коридор доверительного интервала прогноза с ошибкой $10,6 \pm 3,4\%$ ($p = 0,05$).

5.5 Проверка адекватности прогноза на основе оптимального варианта математической модели по критериям «Преступления против собственности» и «Возраст до 18 лет»

В связи с тем, что обе указанные группы являются многочисленными, актуальным является оценка адекватности построения прогноза на основе данных критериев. Анализ временного ряда выглядит следующим образом (рис. 30).

Наименьшую сумму квадратов ошибок имеет модель, которая математически описывается следующим выражением:

$$Y(t) = G(t) + E(t), \text{ где}$$

$$G(t) = -0,00185t^3 + 0,178t^2 - 3,687t + 46,083, \text{ и}$$

$$E(t) = 0,25E_{t-1} - 0,22\varepsilon_{t-1} + 0,65 + \varepsilon_t.$$

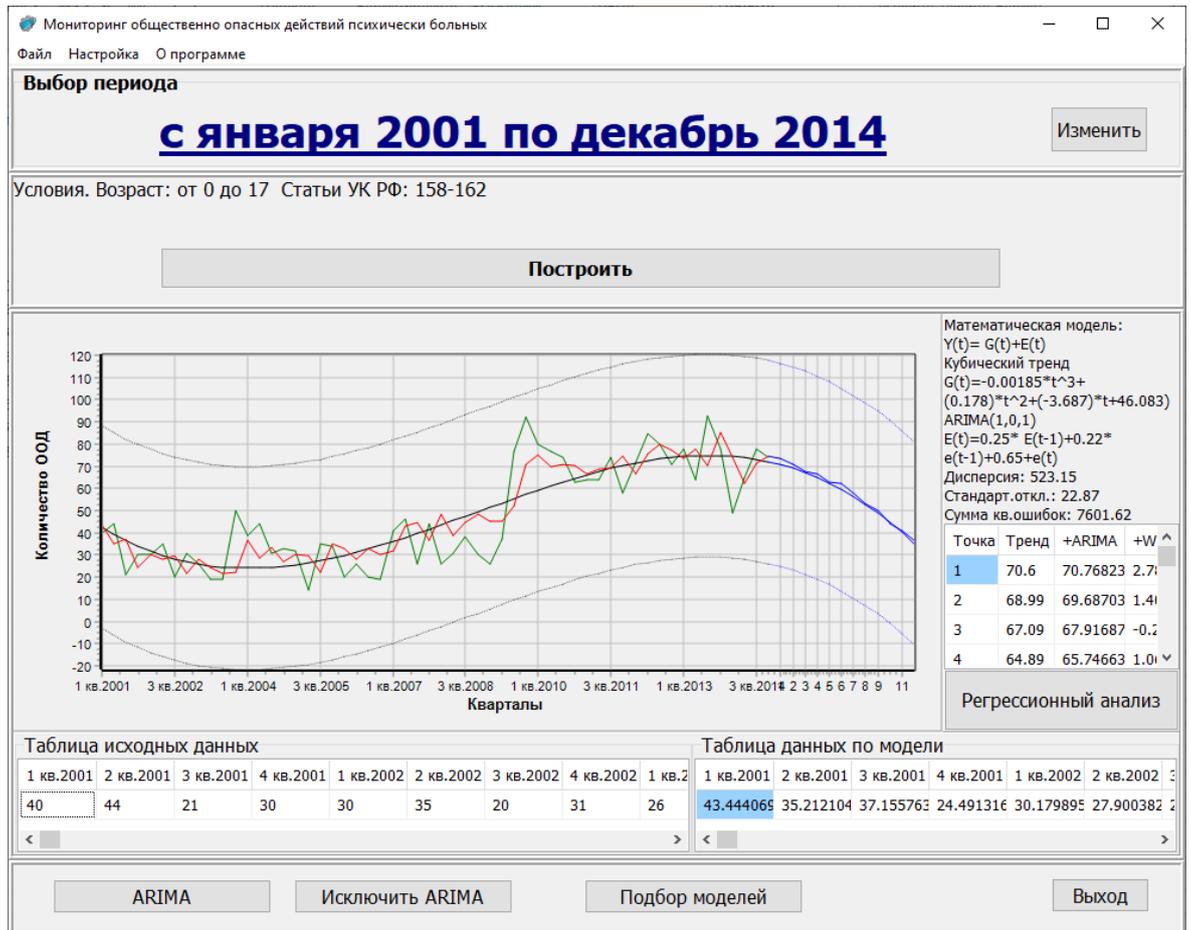


Рисунок 30. Подбор оптимального варианта математической модели для временного ряда, показывающего динамику по критериям «Преступления против собственности (158-162 ст. УК РФ)» и «Возраст до 18 лет» за период 2001-2014 гг.

При анализе ООД, совершенных несовершеннолетними психически больными против собственности (158-162 ст. УК РФ), наблюдается полиномиальная зависимость третьей степени. Модель ARIMA (1,0,1) показывает наличие зависимости остаточного ряда от предыдущего значения, а также от ошибки предыдущего значения.

При проверке адекватности модели по критерию Лемана-Розенблатта типа омега-квадрат получили значение $A_{emp} = 0,0938$, что статистически подтверждает однородность эмпирических и прогностических данных (рис. 31).

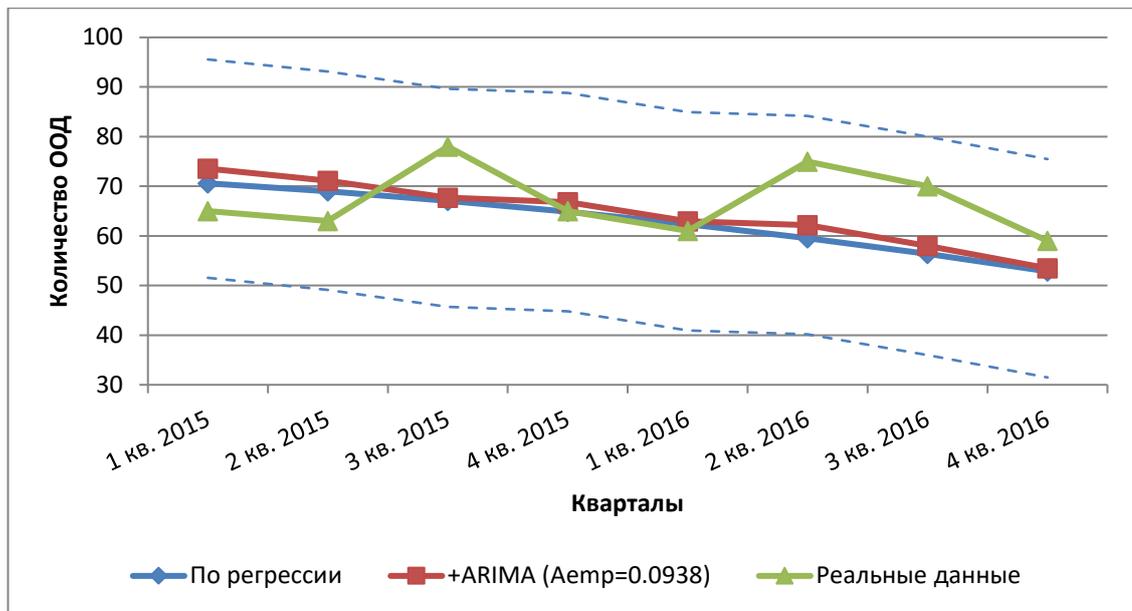


Рисунок 31. Сопоставление прогноза по регрессии и по регрессии, скорректированной ARIMA, а также реальных данных по критериям «Преступления против собственности (158-162 ст. УК РФ)» и «Возраст до 18 лет» за 2015-2016 гг.

Согласно прогнозу, скорректированному математической моделью ARIMA (1,0,1), количество ООД несовершеннолетних психически больных, совершивших преступления против собственности, в 2015-2016 гг. будет ежеквартально равномерно уменьшаться. Так, в начале 2015 года по прогнозу количество экспертиз составит 73 ± 18 , по реальным данным 65, что входит в указанный диапазон прогноза. В третьем квартале 2015 года и 2 квартале 2016 года наблюдаются пики, где фактическое число экспертиз составило по 78 и 75 соответственно, по прогнозу же ожидалось 68 ± 18 и 62 ± 18 соответственно, что входит в указанный диапазон.

Территориальное распределение исследуемого критерия на 2016 год представлено на рисунке 32.

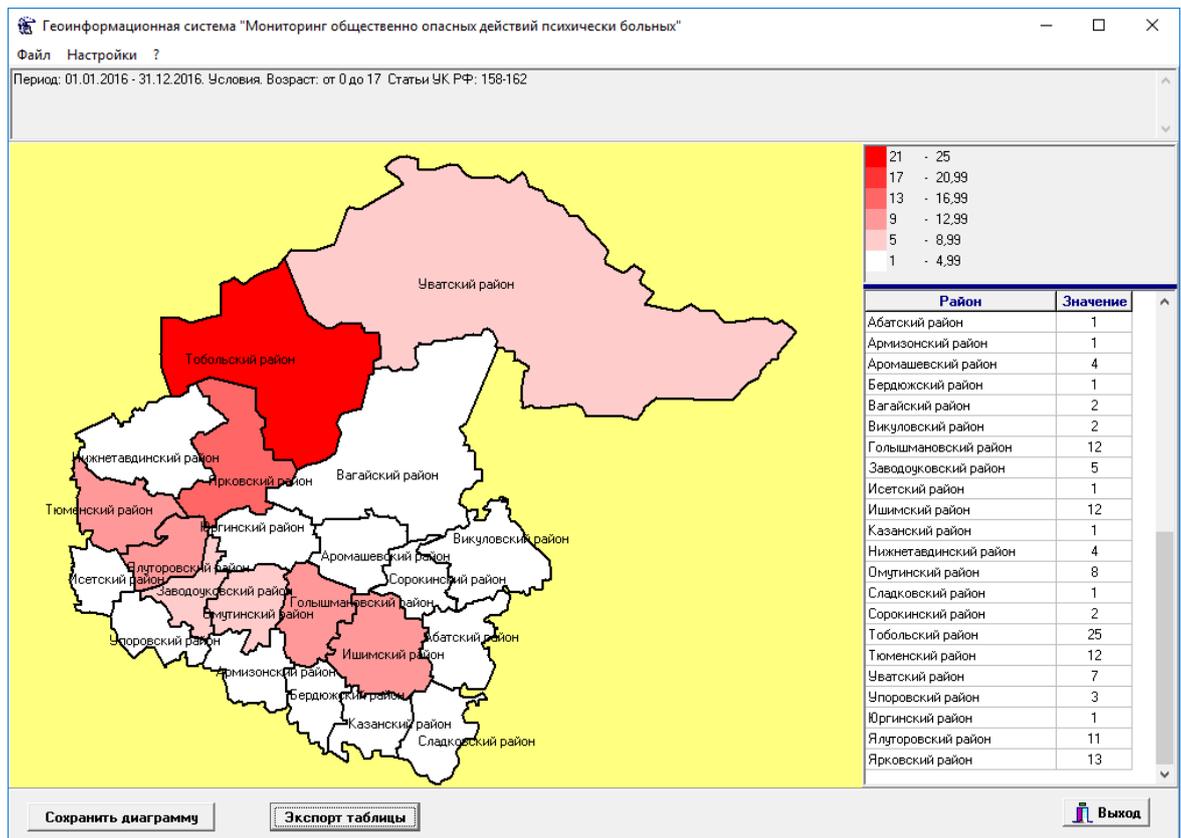


Рисунок 32. Территориальное распределение экспертиз, проведенные лицам, которые совершили преступления против собственности в Тюменской области за 2016 год.

По данным геоинформационной системы наибольшее количество экспертиз было проведено несовершеннолетним лицам, совершившим преступления против собственности в Тобольском районе – 25 в абсолютных значениях. Почти в два раза меньше совершается преступлений в Ярковском, Голышмановском, Ишимском и Тюменском районах. При пересчете относительных показателей на 10 000 населения наиболее неблагоприятным оказывается Ярковский, Голышмановский и Омутинский районы с показателями 5, 4 и 3 экспертизы на 10000 населения, тогда как в Тобольском районе данный показатель составляет 1.

Таким образом, прогноз, построенный на основе выявленного оптимального варианта математической модели, оказался адекватным, так как статистически значимых различий между реальными данными и прогнозом не выявлено. Фактическое количество экспертиз вошло в коридор доверительного интервала прогноза с ошибкой $11,1 \pm 3,9\%$ ($p = 0,05$).

С целью снижения количества преступлений против собственности, совершенных несовершеннолетними психически больными в Тюменской области, целесообразно рекомендовать усиление мер первичной профилактики в Тобольском, Ярко-вском, Голышмановском, Ишимском и Тюменском районах.

В целом, при проверке оптимального варианта математической модели по пяти различным критериям, все модели оказались адекватными. Подтвердилась однородность реальных и прогностических данных. Однако необходимо отметить, что не нужно ограничиваться только регрессионными моделями, так как в двух случаях эти модели оказались не эффективными. Обязательным условием при построении прогноза является использование методов ARIMA, которые корректируют данные регрессии и удастся достигнуть лучшего результата. По каждому критерию определены географические районы, в которых рекомендуется применять усиленные меры первичной профилактики ООД психически больных с целью снижения данных показателей.

Глава 6. Обсуждение

Проблеме общественно опасных действий (ООД) психически больных уже давно уделяется особое внимание в психиатрии. От 1% до 20% преступлений по отдельным видам преступлений совершается психически больными лицами [Т.Б. Дмитриева, Б.С. Положий, 2001; Б.А. Казаковцев, О.А. Макушкина, 2012]. По данным аналитического обзора основных показателей деятельности судебно-психиатрической экспертной службы в 2014 году 10,2% от общего количества психически больных, совершивших ООД, признаются невменяемыми [А.Р. Мохонько с соавт., 2015]. Картина совершения общественно опасных действий психически больными усугубляется довольно стабильной высокой долей больных, совершивших повторные противоправные действия – 30% (2006 г. – 31,6%; 2013 г. – 28,6%) от количества лиц, поступивших на ПЛ [О.А. Макушкина, 2015].

Правонарушения влияют на статистические показатели инвалидизации населения, предотвратимой смертности и качества жизни. Для снижения влияния ООД психически больных на данные показатели необходимо проводить не только вторичную профилактику, чем является принудительное лечение, но и активно внедрять меры первичной профилактики в работу общепсихиатрической сети [Б.А. Казаковцев, О.А. Макушкина, 2012]. Для проведения первичной профилактики необходим глубокий анализ специальными методами и средствами, основанный на массиве данных о совершенных ООД психически больными, и выявлению так называемых групп риска, которым необходимо уделять особое внимание, в том числе используя активное диспансерное наблюдение.

Вопросами определения вменяемости лиц, совершивших ООД, занимается региональная судебно-психиатрическая экспертная служба. В работу данной службы на территории Тюменской области нами был внедрен программный продукт «Судебно-психиатрическая экспертиза». Основой для анализа деятельности работы СПЭС и определения критериев

и кратности мониторинга ООД послужили годовые базы данных, сформированные в данной системе. Общий объем проанализированных экспертиз составил 31 793 за 16 лет.

Анализ состояния общественно опасных действий психически больных Тюменской области за 2001 – 2016 гг. показал рост общего количества проводимых АСПЭ с 1178 до 3648 экспертиз соответственно. При этом основную долю (в среднем 78%) занимают экспертизы по уголовным делам, в которых в 92% случаев подэкспертными являлись обвиняемыми и подозреваемыми. Таким образом, общее количество АСПЭ, над лицами, совершившими ООД, составило 22 981.

Анализ итогов работы АСПЭС по структуре выставляемых клинических диагнозов лицам, совершившим ООД, показал преобладание диагнозов группы «Умственная отсталость (F70-F79)» – 46%. Чуть меньшую нагрузку (20%) показывают экспертизы над лицами, совершившими ООД, с органическими психическими расстройствами (F00-F09). Диагноз не был выставлен в 3% случаях, при этом пациенты направлялись на стационарную СПЭ. Среди лиц, совершивших ООД и признанных невменяемыми, 61% относятся к группе диагнозов «Умственная отсталость (F70-F79)».

Выявленные тенденции и закономерности легли в основу определения критериев и кратности мониторинга ООД психически больных. Среди критериев данного мониторинга исследовались следующие: гендерный признак, возраст, клинический диагноз, характер ООД (статьи УК РФ).

Распределение экспертиз над лицами, совершившими ООД, по полу показало нецелесообразность анализа данного критерия в виду относительно постоянного преобладания количества ООД, совершаемое лицами мужского пола (в среднем 91%) над женским. Данный показатель не меняется со временем, поэтому данный критерий был исключен из дальнейшего исследования.

При анализе ООД по возрасту все подэкспертные были поделены на следующие возрастные группы: до 18 лет (несовершеннолетние), от 18 до 29 лет, от 30 до 39 лет, от 40 до 49, от 50 до 59 лет и старше 60 лет. Первые четыре группы, что составляет почти 95% от всех ООД, показали динамику абсолютных и относительных показателей. В связи с этим критерий распределения по возрасту был принят для мониторинга ООД психически больных.

Критерий «Клинический диагноз» оказался показательным по причине неоднородности и неоднозначности исследуемых показателей. Данный критерий требует постоянного контроля для своевременного предупреждения ООД психически больных административными и организационными мероприятиями.

Критерий «Характер совершенного ООД» является также показательным ввиду неоднородности динамики экспертиз, распределенных по данному признаку. Экспертизы над лицами, совершившими преступления против собственности, жизни и здоровья, а также преступления группы «Хулиганство, вандализм, и угроза убийства» необходимо мониторировать в виду высокой социальной значимости данных преступлений и влияния на качество жизни населения в целом.

На следующем этапе нашего исследования была определена кратность мониторинга. Всего рассматривалось три варианта: ежеквартальный, раз в два месяца и ежемесячный. Анализ проводился по ранее выявленным критериям мониторинга ООД психически больных. Сравнивались три временных ряда, оценивалась их наглядность и информативность, приведены примеры интерпретации результатов по каждому из них.

Рассматривались критерии «Общий объем СПЭ, проведенных над лицами, совершившими ООД», «от 18 до 29 лет», «Умственная отсталость», «Преступления против собственности». Во всех случаях был сде-

лан вывод, что наиболее информативным является кратность – раз в месяц. Вариант мониторинга с ежемесячным режимом содержит больше информации для анализа и позволяет более детально интерпретировать точки минимума и максимума временного ряда и объяснять причинно-следственную связь.

В процессе исследования разработана автоматизированная информационная система «Мониторинг общественно опасных действий психически больных». Данная система предназначена для наблюдения за состоянием общественно опасных действий психически больных на учрежденческом и региональных уровнях на основе годовых баз данных результатов работы региональной СПЭК.

Программа позволяет выбирать любой временной интервал для исследования с указанием месяца и года. Выбор критериев мониторинга осуществляется в отдельной форме, где можно обозначить один критерий из ранее определенных, либо несколько. Количество различных сочетаний критериев и подкритериев превышает 300. На основе определенных пользователем параметров строится таблица исходных данных и визуализируется временной ряд. В программе предусмотрено два режима анализа: ручной и автоматический.

Отображаются качественные и количественные составляющие обобщенной аддитивной математической модели, оптимально описывающий данный процесс, строится прогноз на 12 периодов вперед. Результат отображается в соответствующей таблице.

Автоматический подбор математической модели, оптимально описывающий временной ряд, осуществляется среди 215 вариантов сочетания моделей регрессии и ARIMA. Выбранная модель визуализируется, и на ее основе строится прогноз на 12 периодов вперед. Для удобства результаты математического моделирования и прогнозирования экспортируются в редактор MS Excel для дальнейшей обработки.

Оба режима определения оптимальной математической модели основываются на разработанных нами алгоритмах построения регрессионных и ARIMA моделях. Критерием для выбора модели являлся показатель суммы квадратов ошибок между эмпирическими и рассчитываемыми данными. При отсутствии детерминирующей составляющей оптимальной считалась модель с минимальным значением Байесовского информационного критерия (BIC).

С целью дальнейшей детализации выявленных закономерностей нами разработана геоинформационная система «Мониторинг общественно опасных действий психически больных Тюменской области». Программа предназначена для графического отображения количества совершенных ООД психически больными за указанный месяц на карте Тюменской области и города Тюмени средствами цветовой дифференцировки. ГИС непосредственно связана с автоматизированной системой «Мониторинг общественно опасных действий психически больных»: для передачи полученных данных за определенный месяц в геоинформационную систему используется одноименный пункт главного меню.

Определение оптимального варианта аддитивной математической модели временного ряда необходимо было проверить на адекватность рассчитываемого прогноза. Для данной цели нами были построены временные ряды по основным критериям мониторинга ООД психически больных за период 2001 – 2014 гг. определены оптимальные варианты математической модели, построен прогноз, который сравнивался с реальными данными по этим же критериям за 2015-2016 гг. Наличие однородности данных определялось по критерию Манна-Уитни и Лемана-Розенблатта. В работе представлены результаты проверки адекватности модели по последнему из выше указанных. Эмпирический критерий сравнивался с критическим табличным значением при уровне значимости $p = 0,05$. Если эмпирическое A_{emp} , больше табличного ($A_{kr} = 0,4614$), то принималась H_0 гипотеза об однородности выборок.

Проверка адекватности прогноза проводилась по следующим критериям: «Общее количество ООД психически больных», «Количество ООД несовершеннолетних психически больных», «Умственная отсталость (F70-F79)», «Преступления против собственности (158-162 ст. УК РФ)», «Преступления против собственности (158-162 ст. УК РФ) + Возраст до 18 лет»

В 100 % случаев проверка показала адекватность модели и однородность эмпирических и прогностических данных. По итогам проверки нами был сделан вывод, что нельзя ограничиваться только регрессионными моделями. Обязательным условием при построении прогноза является использование методов ARIMA, которые корректируют данные регрессии и результат становится более точным.

В целом программная реализация алгоритмов построения оптимальной математической модели является научно обоснованным инструментом для мониторинга общественно опасных действий психически больных. Она позволяет прогнозировать и контролировать ситуацию в отношении обособленных контингентов психически больных лиц, предрасположенных к совершению ООД. На основе прогноза, построенного по алгоритмам определения оптимальной математической модели, руководство региональной судебно-психиатрической экспертной службой может разрабатывать меры первичной профилактики и внедрять их в работу общепсихиатрической сети региона.

Анализ данных с помощью разработанной геоинформационной системы является основанием для применения конкретных мер в определенных районах, в которых отмечается увеличение показателей ООД психически больными определенными группами.

Выводы

1. Анализ состояния общественно опасных действий психически больных Тюменской области за 2001 – 2016 гг. позволил выбрать критерии для мониторинга общественно опасных действий психически больных: возраст, клинический диагноз, характер ООД (статьи УК РФ), территориальная принадлежность совершения ООД (район, регион). Для прогнозирования определена ежеквартальная кратность наблюдения.

2. Разработан алгоритм определения оптимального варианта математической модели, позволяющий прогнозировать совершение общественно опасных действий психически больных на основе выявленного динамического популяционного порога, используя регрессионный анализ и ARIMA-методы. Алгоритм позволяет найти оптимальное сочетание трендовой и стохастической составляющих аддитивной математической модели среди 215 возможных вариантов

3. Автоматизированная система «Мониторинг общественно опасных действий психически больных» обеспечивает построение и анализ временных рядов по выбранным критериям мониторинга в ежеквартальном режиме за указанный период, подбирает оптимальный вариант математической модели из 215 теоретически возможных, строит прогноз на 12-месячный период.

4. На основе сравнения значений, спрогнозированных по данным за 2001-2014 гг. с фактическими за 2015-2016 гг., статистически подтверждена адекватность прогноза (прогностическая эффективность) оптимального варианта математической модели в отношении пяти наиболее многочисленных (часто встречающихся) временных рядов.

5. Фактическое количество экспертиз вошло в коридор доверительного интервала ($p = 0,05$): по критерию «Общее количество ООД психически больных» – $6,9 \pm 3,4\%$; по критерию «Количество ООД несо-

вершеннолетних психически больных» – $7,2 \pm 3,1\%$; по критерию «Умственная отсталость (F70-F79)» – $11,4 \pm 5,0\%$; по критерию «Преступления против собственности» – $10,6 \pm 3,4\%$; по комплексу критериев «Преступления против собственности» и «Возраст до 18 лет» – $11,1 \pm 3,9\%$.

Практические рекомендации

1. Разработанный алгоритм подбора вариантов математической модели рекомендуется применять с целью получения адекватного прогноза совершения общественно опасных действий психически больных относительно рассчитанного динамического популяционного порога.
2. Рекомендуется использовать разработанное программное обеспечение, которое позволяет выявить оптимальный вариант математической модели описываемого временного ряда среди 215 вариантов сочетания регрессионных и ARIMA моделей.
3. Программный продукт «Мониторинг общественно опасных действий психически больными» рекомендуется использовать в рамках работы региональной судебно-психиатрической экспертной службы при наличии данных не менее чем за три года.
4. Анализ полученного прогноза рекомендуется учитывать при разработке планов мероприятий по первичной профилактике общественно опасных действий психически больных средствами общепсихиатрической сети.

Список сокращений

- АДН – Активное диспансерное наблюдение
- АИС – Автоматизированная информационная система
- АРПСС – Авторегрессионная модель проинтегрированного скользящего среднего
- АС – Автоматизированная система
- АСПЭ – Амбулаторная судебно-психиатрическая экспертиза
- АСПЭК – Амбулаторная судебно-психиатрическая экспертная комиссия
- АСПЭС – Амбулаторная судебно-психиатрическая экспертная служба
- БД – База данных
- ВР – временной ряд
- МКБ-10 – Международная классификация болезней X пересмотра
- ООД – Öffentlichlich опасные действия
- ООП – Объектно-ориентированное программирование
- ОПР – Органические психические расстройства
- ПЛ – Принудительное лечение
- ПММХ – Принудительные меры медицинского характера
- СОРОП – Структурированная оценка риска опасного поведения психически больных
- СПП – Судебно-психиатрическая профилактика
- СПЭ – Судебно-психиатрическая экспертиза
- СПЭК – Судебно-психиатрическая экспертная комиссия
- СПЭС – Судебно-психиатрическая экспертная служба
- СУБД – Система управления базами данных
- УК РФ – Уголовный кодекс Российской Федерации
- УПК РФ – Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации
- ФГУ – Федеральное государственное учреждение
- ФГБУ – Федеральное государственное бюджетное учреждение
- ACF (Auto Correlations Function) – Функция автокорреляции

AIC (an information criterion) – Информационный критерий Акаике

ARIMA – Autoregressive integrated moving average

BIC (Bayesian information criterion) – Байесовский информационный критерий

FB – Firebird

MS – Microsoft

PACF (Partial Auto Correlations Function) – Функция частной автокорреляции

SQL (structured query language) – структурированный язык запросов

Нормативно-справочная документация

1. Госстандарт: РД IDEF 0 – 2000 – Методология функционального моделирования IDEF0. Руководящий документ. – Москва. Госстандарт России, 2000. – 75 с.
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем» от 1992 года.
3. Приказ Минздрава России от 12.08.2003 N 401 "Об утверждении отраслевой учетной и отчетной медицинской документации по судебно-психиатрической экспертизе" // Росстат. – 12 августа 2003.
4. Уголовно-процессуальный кодекс РФ от 18 декабря 2001 г. №174-ФЗ (ред. от 19.07.2018) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 22 декабря 2001г. - №249.
5. Уголовный кодекс РФ от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ (ред. от 03.07.2018) // Собрание законодательства Российской Федерации - 17 июня 1996 г. - № 25.
6. Указ Президента Российской Федерации №468 от 20 апреля 1993 года. О неотложных мерах по обеспечению здоровья населения Российской Федерации // Президент Российской Федерации. – Москва. – 1993.

Список литературы

1. Аброськина, Н.В. Злокачественные новообразования: анализ показателей заболеваемости и смертности по данным социально-гигиенического мониторинга на территории Волгоградской области / Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Н.А. Шевченко // Материалы межрегиональной научно-практической интернет-конференции «Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне субъекта федерации». – Пермь. – 2017. – С. 172-175.
2. Адлер, Ю.П., Надежность и контроль качества / Ю.П. Адлер, И.З. Аронов, В.Л. Шпер // Экономика здравоохранения. – 1999. – №1. – С. 26-46.
3. Андрюхина, О.М. Мониторинг офтальмологических индикаторов у больных рассеянным склерозом / О.М. Андрюхина, А.А. Рябцева, С.В. Котов, Т.И. Якушина, Н.В. Кучина // Альманах клинической медицины. – 2015. – №36. – С. 53-58.
4. Антипанова, А.Н. Социальный «ущерб» канцерогенного риска здоровью населения крупного центра черной металлургии в системе социально-гигиенического мониторинга / А.Н. Антипанова, В.С. Кошкина // Известия Челябинского научного центра УРО РАН. – 2007. – №2. – С. 46-50.
5. Антонян, Ю. М. Клинико-социальные особенности лиц, совершивших кражи: Аналитический обзор. / Ю. М. Антонян, М. В. Гончарова, Б. В. Шостакович – М.: ГНЦ ССП им. В.П. Сербского, 2002. – 28 с.
6. Барденштейн, Л. М Патологическая агрессия подростков / Л. М. Барденштейн, Ю. Б. Можгинский. – М.: ИД Медпрактика-М, 2005. – 259 с.
7. Белоусов, Ю.Б. Терапевтический лекарственный мониторинг антиконвульсантов в реальной практике / Ю.Б. Белоусов, М.В. Леонова, Л.Л. Штейнберг, И.Ф. Тищенко, А.В. Соколов // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2013. – №Том 5. – №3. – С. 6-16.

8. Борри, Х. Firebird: руководство разработчика баз данных: Пер. с англ. / Х. Борри. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 1104 с.
9. Букреева, Н. Д. Проблемы организации судебно- психиатрической экспертной службы / Н. Д. Букреева // Российский психиатрический журнал. – 2004. – № 5. – С. 48-52.
10. Бухарбаева, Л.Я. Прогнозирование региональной заболеваемости гриппом и ОРВИ на основе авторегрессионных моделей / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова // Управление экономикой: методы, модели, технологии. Материалы XVIII Международной научной конференции. 2018. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2018. – С. 301-305.
11. Винникова, И.Н. Меры медицинской профилактики общественно опасных действий больных шизофренией: терапевтические, реабилитационные и фармакоэкономические аспекты принудительного лечения: Автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.18 / Винникова Ирина Николаевна. – М, 2009 – 33 с.
12. Волкова, В. Н. Основы теории систем и системного анализа: Учебник для вузов / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2003. – 520 с.
13. Волкова, В.Н. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высш. шк., 2004. – 616 с.
14. Воробей, О.В. Исследование моделей анализа и прогнозирования временного ряда на примере смертности населения по городу / О.В. Воробей // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук. Материалы XXXIV международной научно-практической конференции. 2017. – М.: Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований", 2017. – С. 61-68.

15. Вудард, К. Реформы оплаты медицинской помощи: фактор повышения эффективности здравоохранения / К. Вудард, Н. Малахов. – М., 1996. – Вып. 14, №2 – С. 227-242.
16. Гаврилова, А.Е. Математические модели прогнозирования конечного роста и его коэффициента стандартного отклонения у детей с дефицитом гормона роста в российской популяции / А.Е. Гаврилова, Е.В. Нагаева, О.Ю. Реброва, Т.Ю. Ширяева // Проблемы эндокринологии. – 2017. – №5. – С. 282-290.
17. Гаврилова, С.И. Терапевтический мониторинг и прогноз эффективности нейротрофической терапии у пациентов с синдромом мягкого когнитивного снижения амнестического типа / С.И. Гаврилова, О.М. Вольпина, И.В. Колыхалов, Я.Б. Федорова, Н.Д. Селезнева Н.Д., Е.В. Пономарева, Д.О. Короев, А.В. Камынина // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2017. – №8. – С. 27-38.
18. Гаспарян, С.А. Медико-социальный мониторинг в управлении здравоохранением / С.А. Гаспарян – М.: ООО "Форсикон", 2007. – 151 с.
19. Глазков, В.П. Исследование движения электромеханического протеза бедра на основе математического моделирования / В.П. Глазков, А.А. Большаков, А.А. Кулик // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2015. – №1. – С. 33-37.
20. Голицина, О.Л. Базы данных – учеб. пособие. 4-е изд. перераб. и доп. / О.Л. Голицина, Н.В. Максимов, И.И. Попов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016. – 400 с.
21. Григорьев, С.И. Перспективы использования стандартизированных шкал для оценки риска насильственных действий психически больных / С.И. Григорьев, Е.В. Снедков // Обзорение психиатрии и медицинской психологии им. В.М. Бехтерева. – 2013. – № 1. – С. 33-35.
22. Демчева, Н.К. Современные концепции психопрофилактики в психиатрии (Обзор литературы) / Н.К. Демчева, Б.А. Казаковцев, В.И.

Михайлов, Б.С. Положий // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2015. – №9. – С. 3-11.

23. Денисов, М.Ф. О возможности прогнозирования риска повторных ООД психически больных / М.Ф. Денисов // Проблемы судебно-психиатрической профилактики. – М., 1994. – С. 42-45.

24. Дмитриева, Т. Б. Альянс права и милосердия: О проблеме защиты прав человека в психиатрии / Т. Б. Дмитриева. – М.: Наука, 2001. – 156 с.

25. Дмитриева, Т.Б. Агрессия и психическое здоровье / Под ред. Т.Б. Дмитриевой и Б.В. Шостаковича. СПб., 2002. – 464 с.

26. Дмитриева, Т.Б. История, предмет и методы социальной психиатрии / Т.Б. Дмитриева, Б.С. Положий. – М.: Издательство "Медицина", 2001. – 536 с.

27. Дмитриева, Т.Б. О работе судебно-психиатрических комиссий в Российской Федерации в 1999 году: аналитический обзор / Т.Б. Дмитриева, А.Р. Мохонько, Л.А. Муганцева. – М.: ФГБУ "ФМИЦПН им. В.П. Сербского" Минздрава России, 2000. – 100 с.

28. Дмитриева, Т.Б. Показатели деятельности судебно-психиатрических комиссий в Российской Федерации в 1996 году: аналитический обзор / Т.Б. Дмитриева, А.Р. Мохонько, Л.А. Муганцева. – М.: ФГБУ "ФМИЦПН им. В.П. Сербского" Минздрава России, 1997. – 82 с.

29. Дмитриева, Т.Б. Руководство по судебной психиатрии / Т.Б. Дмитриева, Б.В. Шостакович, А.А. Ткаченко. – М.: Медицина, 2004. – 592 с.

30. Дозорцева, Е.Г. Психологические особенности несовершеннолетних правонарушителей с личностной незрелостью / Е.Г. Дозорцева, А.А. Федонкина // Электронный журнал «Психологическая наука и образование» (www.psyedu.ru). – 2013. – № 3. – С. 234-241.

31. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ. – 3-е изд. / Н. Дрейпер, Г. Смит. – Киев: Диалектика, 2016. – 912 с.

32. Евстегнеева, В.А. Анализ временных рядов в прогнозировании природно-очаговых инфекций / В.А. Евстегнеева, Т.В. Честнова, О.Л. Смольянинова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – №1. – С. 9 DOI: 10.12737/7241.
33. Егоров, Д. Б. Технологии автоматизированного мониторинга общественно опасных действий психически больных лиц и информационная система для ее реализации / Д. Б. Егоров, А. Г. Санников // Врач и информационные технологии. – 2008. – № 4. – С. 74-75.
34. Егоров, Д.Б. Регрессионный анализ как математическая основа формирования системы автоматизированного мониторинга общественно опасных действий психически больных / Д.Б. Егоров, А.Г. Санников // Академический вестник. – 2009. – №4. – С. 20-26.
35. Ефименко, С.А. Медико-социологический мониторинг как инструмент современных технологий в управлении здоровьем / С.А. Ефименко, Т.В. Зарубина // Врач и информационные технологии. – 2007. – №2. – С. 59-65.
36. Зарубина, Т.В. Медицинская информатика. Учебник. Под общей редакцией Т.В. Зарубиной, Б.А. Кобринского / Т.В. Зарубина, Б.А. Кобринский, С.С. Белоносов [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 512 с.
37. Зенкова, Н.А. Возможности компьютерного и математического моделирования для решения некоторых задач офтальмологии / Н.А. Зенкова // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. – 2017. – №6-2. – С. 1507-1512.
38. Зислин, Б.Д. Автоматизированный мониторинг в интенсивной терапии критических состояний / Б.Д. Зислин, А.В. Чистяков, Н.Л. Кочев // Медицинская техника. – 2005. – №4. – С. 43-46.
39. Казаковцев, Б.А. Влияние новых технологий оказания психиатрической помощи на эффективность принудительных мер медицинского характера / Б.А. Казаковцев, О.А. Макушкина // Судебно-психиатрическая профилактика в Российской Федерации. – 2012. – С. 73-76.

40. Кобринский, Б.А. Континуум переходных состояний организма и мониторинг динамики здоровья детей: Монография. 2-е изд. / Б.А. Кобринский – М.: Берлин: Direct-Media, 2016. – 220 с.
41. Кобринский, Б.А. Персонализированная медицина: геном, электронное здравоохранение и интеллектуальные системы. Часть 1. Геномика и мониторинг клинических данных / Б.А. Кобринский // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2017. – №5. – С. 16-20.
42. Кондратьев, Ф.В. Аспекты проблемы общественной опасности лиц с психическими расстройствами / Ф.В. Кондратьев // Российский психиатрический журнал. – 2006. – №3. – С. 64-69.
43. Косолапов, В.П. Анализ заболеваемости населения алкогольными психозами и алкоголизмом на основе результатов прогностического и классификационного моделирования / В.П. Косолапов, И.И. Манакин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – №1. – С. 1-13.
44. Котин, В.В. Прогнозирование заболеваемости: динамические модели и временные ряды / В.В. Котин // Биотехносфера. – 2014. – №3. – С. 45-47.
45. Котов, В.П. Диагностика потенциальной общественной опасности / В.П. Котов, М.М. Мальцева // Функциональный диагноз в судебной психиатрии. – М., 2001. – гл. 8. – С. 148-166.
46. Котов, В.П. Опасные действия лиц с психическими расстройствами и их профилактика. Руководство по судебной психиатрии / В.П. Котов, М.М. Мальцева. – М., – 2012. – С. 671-809.
47. Кудрин, В.С. Мониторинг медицинской деятельности в системе ее комплексной оценки / В.С. Кудрин // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2001. – №2. – С. 26-28.

48. Кудрявцев, И.А. Судебно-психиатрическая экспертиза направленности личности и особенностей нарушения саморегуляции социального поведения при пограничной психической патологии / И.А. Кудрявцев // Российский психиатрический журнал. – 2013. – № 4. – С. 9-19.
49. Кузнецов, М.Б. Исследование влияния антиангиогенной монотерапии на прогрессию гетерогенной опухоли с помощью методов математического моделирования / М.Б. Кузнецов, А.В. Колобов // Компьютерные исследования и моделирование. – 2017. – №3. – С. 487-501.
50. Культин, Н. Б. Основы программирования в Delphi XE / Н. Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
51. Лазаренко, В.А., Опыт нейросетевого прогнозирования потребности в оперативном лечении у пациентов с заболеваниями гепатопанкреатодуоденальной зоны / В.А. Лазаренко, Т.В. Зарубина, А.Е. Антонов, С. Суд // Казанский медицинский журнал. – 2018. – №4. – С. 569-574.
52. Макушкин, Е.В. Мотивационная агрессия / Е.В. Макушкин, В.В. Горинов // Российский психиатрический журнал. – 2016. – № 2.- С. 11-19.
53. Макушкина, О.А. Внебольничная профилактика опасных действий лиц с психическими расстройствами в зарубежных странах и в России: формы и показатели эффективности / О.А. Макушкина, С.В. Полушинская // Социальная и клиническая психиатрия. – 2019. – №т. 29. – №3. – С. 94-101.
54. Макушкина, О.А. Значение мер медицинского характера в системе профилактики общественно опасных действий психически больных / О.А. Макушкина, В.Б. Голланд, Л.А. Яхимович // Российский психиатрический журнал. – 2013. – №4. – С. 20-26.
55. Макушкина, О.А. Методика структурированной оценки риска опасного поведения лиц, страдающих психическими расстройствами / О.А. Макушкина, Л.А. Муганцева // Психическое здоровье. – 2016. – №10 (125). – С. 18-26.

56. Макушкина, О.А. Мониторинг и десятилетний тренд развития судебно-психиатрической профилактики в психиатрической службе страны (2007–2016 гг.): Информационно аналитический справочник / О.А. Макушкина, В.Б. Голланд, Л.А. Муганцева. – М.: ФГБУ “НМИЦ ПН им. В.П. Сербского” Минздрава России, 2018. – 244 с.

57. Макушкина, О.А. Мониторинг и значимые показатели общественно-опасных действий психически больных в Российской Федерации / О.А. Макушкина, В.Б. Голланд, Л.А. Яхимович // Российский психиатрический журнал. – 2011. – № 5. – С. 4-10.

58. Макушкина, О.А. Прогнозирование риска общественной опасности у лиц с психическими расстройствами: проблемы, отраслевые задачи / О.А. Макушкина // Российский психиатрический журнал. 2015. № 4. С. 56-66.

59. Макушкина, О.А. Система профилактики общественной опасности психически больных в России в 2006-2013 гг. (динамика показателей и анализ эффективности): Аналитический обзор. / О.А. Макушкина, В.П. Котов, М.М. Мальцева [и др.]. М.: ФГБУ «ФМИЦПН им. В.П. Сербского» Минздрава России, 2015. С. 7-9.

60. Мальцева, М.М. Опасные действия психически больных / М.М. Мальцева, В.П. Котов, – М.: Медицина, 1995. – 256 с.

61. Мартынич, С.А. Организационные основы мониторинга и оценки эффективности деятельности ЛПУ на территориальном уровне / С.А. Мартынич // Экономика здравоохранения. – 2007. – №11. – С. 77-84.

62. Махкамова, З.Р. Прогноз первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) в республике Крым / З.Р. Махкамова, Н.М. Овсянникова, Т.Н. Голубова, И.Ю. Ткаченко // Научные ведомости белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармацевтика. – 2017. – №19. – С. 127-138.

63. Мохонько, А.Р. Основные показатели деятельности судебно-психиатрической экспертной службы Российской Федерации в 2014 году: Аналитический обзор / А.Р. Мохонько, Е.В. Макушкин, Л.А. Муганцева. – М.: ФГБУ “ФМИЦ ПН им. В.П. Сербского” Минздрава России, 2015. – 212 с.
64. Мохонько, А.Р. Основные показатели деятельности судебно-психиатрической экспертной службы Российской Федерации в 2018 году: Аналитический обзор / А.Р. Мохонько, Е.В. Макушкин, Л.А. Муганцева. – М.: ФГБУ “ФМИЦ ПН им. В.П. Сербского” Минздрава России, 2019. – 200 с.
65. Орлов, А. И. Состоятельные критерии проверки абсолютной однородности независимых выборок / А. И. Орлов // Заводская лаборатория: Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78, № 11. – С. 66-70.
66. Положая, З.Б. Клинико-эпидемиологическая характеристика психически больных, совершивших общественно опасные действия в разные периоды развития общества [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд.мед.наук: 14.00.18 / З.Б. Положая. – Москва, 1999. – 28 с.
67. Положий, Б.С. Социальная ситуация и общественное здоровье в новейшей истории России / Б.С. Положий, В.С. Фритлинский // Сборник материалов VI Национального конгресса по социальной психиатрии и наркологии. 2016. – М.: Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии имени В.П. Сербского, 2016. – С. 260-261.
68. Полубинская, С.В. Опасность лиц, страдающих психическими расстройствами, в исследованиях и практике / С.В. Полубинская // Независимый психиатрический журнал. – 2008. – №1. – С. 19 – 23.
69. Пономарев, О.А. К оценке риска проявлений насилия у больных психиатрического стационара / О.А. Пономарев, А.В. Парняков, В.В. Войцеховский, С.Л. Упадышева // Проблемы профилактики общественно

опасных действий психически больных (сборник научных трудов). М.-Троицкое, 2007. С. 109–111.

70. Рагозина, Э.Р. Циркасеptанный компонент временных вариаций вызовов скорой помощи в г. Ханты-Мансийске / Э.Р. Рагозина, О.В. Рагозина // Север России: стратегии и перспективы развития материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Сургут: Сургутский государственный университет, 2016. – С. 144-149.

71. Разводовский, Ю.Е. Прогнозирование уровня суицидов с помощью анализа временных серий / Ю.Е. Разводовский, В.Ю. Смирнов, П.Б. Зотов // Суицидология. – 2015. – №3. – С. 41-49.

72. Санников, А. Г. Информатизация судебно-психиатрической службы в рамках субъекта РФ (на примере Тюменской области) / А.Г. Санников, Д.Б. Егоров // Новые технологии в современном здравоохранении. Сборник научных трудов. М.: РИО ЦНИИОИЗ, – 2007. – т. 1. – С. 145-147.

73. Санников, А. Г. Информационное обеспечение управления судебно-психиатрической экспертизой средствами АИС «СПЭК-аналитика» / А.Г. Санников, Д.Б. Егоров, В.И. Долгинцев // Экология человека. – 2006. – прил. 3. – С. 134-136.

74. Санников, А. Г. Комплексная информатизация региональной судебно-психиатрической экспертной службы / А. Г. Санников, В. И. Долгинцев, С. М. Уманский. – М.: ИД «Менеджер здравоохранения». – 2008. – 230 с.

75. Санников, А.Г. Комплексная информатизация судебно-психиатрической экспертизы: информационные системы и их эффективность / А. Г. Санников, В. И. Долгинцев, С. М. Уманский // Врач и информационные технологии. – 2008. – №4. – С. 62-63.

76. Санников, А.Г. Комплексная информатизация судебно-психиатрической экспертной службы в Тюменской области / А.Г. Санников,

С.М. Уманский, Д.Б. Егоров // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. – 2008. – №3. – С. 96-97.

77. Санников, А.Г. Реализация технологии электронного документооборота в судебно-психиатрической экспертной службе Тюменской области / А.Г. Санников, Т.В. Зарубина // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – №3. – С. 123-125.

78. Санников, А.Г. Управление региональной судебно-психиатрической экспертной службой на основе информационных технологий: дис. ... д-р. м. наук: 05.13.01 / А.Г. Санников. – Тюмень, 2008. – 265 с.

79. Сказкина, В.В. Оценка синхронизованности контуров вегетативной регуляции кровообращения по длительным временным рядам / В.В. Сказкина, А.Р. Киселев, Е.И. Боровкова, В.И. Пономаренко, М.Д. Прохоров, А.С. Караваев // Нелинейная динамика. – 2018. – №1. – С. 3-12.

80. Смычков, А.С. Прогнозирование острого периода полушарного ишемического инсульта по данным электроэнцефалографии с использованием метода бинарной логистической регрессии / А.С. Смычков, Т.В. Зарубина, В.И. Скворцова // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2010. – №4. – С. 50-54.

81. Соколов, Г.А. Введение в регрессионный анализ и планирование регрессионных экспериментов в экономике / Г.А. Соколов, Р.В. Сагитов. – М.: Инфра-М, 2017. – 202 с.

82. Суходолов, А.П. Системный анализ, моделирование, математическое моделирование / А.П. Суходолов, В.А. Маренко. – Иркутск: Издательство БГУ, 2018. – 144 с.

83. Табакаев, М.В. Потери здоровья населения города Кемерово от инфаркта миокарда за 2006-2012 гг. по индексу *Daly* / М.В. Табакаев, Э.Б. Шаповалова, С.А. Максимов [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2014. – №1. – С. 24-25.

84. Тарасенко, Ф.П. Прикладной системный анализ: учебное пособие / Ф.П. Тарасенко. – М.: КНОРУС, 2010. – 224 с.

85. Ткаченко, А.А. Руководство по судебной психиатрии. – 3-е изд., перераб. и доп изд. / А.А. Ткаченко. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 449 с.
86. Токарев, А.Р. Аппаратный мониторинг состояния здоровья рабочих и персонифицированная медицина / А.Р. Токарев // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №1. Публикация 2-21. URL:<http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-21.pdf> (дата обращения: 17.03.2017). DOI: 12737/25231.
87. Уотшем, Т.Дж. Количественные методы в финансах/ Т.Дж. Уотшем, К. Паррамоу // пер. с англ. под ред. М.Р. Ефимовой. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. – 527 с.
88. Усов, Г.М. Общественная опасность лиц, страдающих психическими расстройствами (клинико-патогенетический и реабилитационный аспекты) : Автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.18 / Усов Григорий Михайлович. – Томск, 2008 – 47 с.
89. Флеров, Е.В. Мониторно-компьютерные системы. Работа в компьютерных сетях. Применение интернет-технологий / Е.В. Флеров, И.Н. Саблин, О.Г. Бройтман [и др.] // Медицинская техника. – 2005. – №4. – С. 13-18.
90. Хомоненко, А.Д. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений / А.Д. Хомоненко, В.М. Цыганков, М.Г. Мальцев / Под ред. проф. А. Д. Хомоненко. – 6-е изд. – СПб.: ООО «КОРОНА-Век», 2009. – 736 с.
91. Чопоров, О.Н. Алгоритмизация интеллектуального анализа данных о распространенности заболеваний на региональном и муниципальном уровнях / О.Н. Чопоров, О.В. Золотухин, С.В. Болгов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – №2(9) <http://moit.vivt.ru/>. – С. 1-9.
92. Чураков, Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов / Е.П. Чураков. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 208 с.

93. Швырев, С.Л. Информационные технологии в интенсивной терапии / С.Л. Швырев, Т.В. Зарубина. – М.: ИД "Менеджер здравоохранения", 2016. – 92 с.
94. Шевченко, Ю.В. Прогнозирование течения раннего послеоперационного периода у больных раком легкого с помощью регрессионного анализа и метода искусственных нейронных сетей / Ю.В. Шевченко, С.Л. Швырев, Т.В. Зарубина // Вестник новых медицинских технологий. - 2008. - №2. - С. 145-148.
95. Шельгин, К.В. Травматическая смертность и потребление алкоголя в Мурманской области / К.В. Шельгин, Л.И. Ложкина // Электронный научный журнал «Социальные аспекты здоровья населения». - 2016. - №1(47). - С. 1-4.
96. Шиган, Е. Н. Системный подход в управлении здравоохранением / Е. Н. Шиган // Руководство по социальной гигиене и организации здравоохранения. – М., 1987. – Т. 2. – С. 41-65.
97. Широкоступ, С.В. Оценка потенциальной эпидемической опасности заболеваемости клещевыми инфекциями в Республике Алтай / С.В. Широкоступ, Н.В. Лукьяненко, Б.А. Баландович [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2019. – №3. – С. 33-36.
98. Шумаков, В.М. Определение риска общественно опасных действий психически больных с учетом комплекса факторов / В.М. Шумаков, Е.Д. Соколова, Г.С. Жуковский [и др.] // Профилактика общественно опасных действий психически больных. – М., 1986. – С.46–52.
99. Шуметов, В.Г. Методические аспекты типологизации регионов по показателям демографической нагрузки (на примере центрального федерального округа) / В.Г. Шуметов // Human progress. – 2016. – №1. – С. 1-25.

100. Ястребов, В.С. Методологические основы решения проблем мониторинга и оценки деятельности психиатрических служб: национальный и международные аспекты / В.С. Ястребов, В.Г. Митихин, А.А. Чуркин [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии. – 2004. – №8. – С. 3-9.
101. Bails, D. G. Business fluctuations; forecasting techniques and applications / D.G. Bails, L.C. Peppers. - New Jersey: Prentice Hall Inc., 1982. - 482 с.
102. Bonta, J. The prediction of criminal and violent recidivism among mentally disordered offenders: A meta-analysis. Psychol. Bull / J. Bonta, K. Hanson, M. Law. – 1997. –Vol. 123. – P. 123–142.
103. Box, G.E.P. Times series analysis, forecasting and control / G.E.P. Box, G.M. Jenkins. – San Francisco: Holden-Day, 1970. – 496 p.
104. Brekke, J.S. Risks for individuals with schizophrenia who are living in the community. Psychiatr. Serv. / J.S. Brekke, C. Prindle, S.W. Bae [et al.] 2001; 52:1358-1366.
105. Brockwell, P.J. Introduction to time series and forecasting / P.J. Brockwell, R.A. Davis. – 2nd ed. – Fort Collins: Springer, 2002. – 434 p.
106. Chatfield, C. Time-series forecasting / C. Chatfield. Chapman & Hall/CRC – 2000, – London. – p. 265.
107. Dean, K. Violence in women with psychosis in the community: prospective study / K. Dean [et al.] // British. J. Psychiatry. – 2006. – Vol. 188. – P. 264-270.
108. Elbogen, E. The Intricate Link Between Violence and Mental Disorder / E. Elbogen, S. Johnson // Am. J. Psychiatry. – 2009. Vol.66, №2. – P.152– 161.
109. Franses, P.H. A Concise Introduction to Econometrics. – Cambridge: Cambridge university press / P.H. Franses, 2004. – 117 p.
110. Fulwiler, C. Early onset substance abuse and community violence by outpatients with chronic mental illness. Psychiatr Serv / C. Fulwiler, H. Grossman, C. Frobos [at al.]. 1997; 48:1181-5.

111. Gable, K.R. Prediction of Dangerousness and Implication for Treatment // *Forensic Psychiatry and Psychology* / K.R. Gable, W.J Curran., A.L. McGarry, S.A. Shah (Eds.). Philadelphia: F.A. Davis Company, 1986. P. 129–144.
112. Haim, R. Predictions made by psychiatrists and psychiatric nurses of violence by patients / R. Haim, J. Rabinowitz, J. Leroy [et al.] // *Psychiatr Serv.* – 2002; 53:622–4.
113. Hamilton, J. D. Time series analysis / J.D. Hamilton. – New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 1994. – 799 p.
114. Harris, G.T. Characterizing the Value of Actuarial Risk Assessments / G.T. Harris, M.E. Rice // *Criminal Justice Behavior*. 2007. Vol. 34, N 12. P. 1638–1658.
115. Hart, S.D. Another Look at the (Im-)precision of Individual Risk Estimates Made Using Actuarial Risk Assessment Instruments / S.D. Hart, D.J. Cooke // *Behav. Sci. e Law*. 2013. Vol. 31, N 1. P. 81–102. DOI: 10.1002/bsl.2049.
116. Kirchgässner, G. Introduction to Modern Time Series Analysis / G. Kirchgässner, J. Wolters. – Berlin: Springer-Verlag, 2007. – 274 p.
117. Kropp, P.R. Manual for the Spousal Assault Risk Assessment Guide, 2nd ed. Vancouver, / P.R. Kropp, S.D. Hart, C.W. Webster [et al.] // BC: British Columbia Institute on Family Violence. – 1995. – 344 p.
118. Lindsey, J.K. Statistical Analysis of Stochastic Processes in Time / J.K. Lindsey. – Cambridge: Cambridge university press, 2004. – 338 p.
119. Link, B. Evidence bearing on mental illness as a possible cause of violent behavior / B. Link, A. Stueve // *Epidemiol. Rev.* – 1995. – Vol. 17. – P. 172–81.
120. Mariano, R.S. Econometric forecasting and High-frequency data analysis / R.S. Mariano, T. Yiu-Kuen. – Singapore: World Scientific Publishing, 2008. – 189 p.

121. Monahan, J.A. Jurisprudence of Risk Assessment: Forecasting Harm among Prisoners, Predators, and Patients / J.A. Monahan // Virginia Law Review. 2006. Vol. 92, N 3. P. 391–435.

122. Pollock, D.S.G. A Handbook of Time-Series Analysis, Signal Processing and Dynamics / D.S.G. Pollock. – London: Academic press, 1999. – 782 p.

123. Rossegger, A. Replicating the Violence Risk Appraisal Guide: A Total Forensic Cohort Study/ A. Rossegger, J. Endrass, J. Gerth [et al.] // PLOS One. 2014. Vol. 9. Iss.3:e91849. doi:10.1371/journal.pone.0091845// URL: <http://www.plosone.org>.

124. Shumway, R.H. Time Series Analysis and Its Applications / R.H. Shumway, D.S. Stoffer. – New York: Springer Science+Business Media, 2006. – 576 c.

125. Silver, E. Mental disorder and violent victimization: the mediating role of involvement in conflicted social relationships / E. Silver //Criminol. – 2002; 40:191–212.

126. Singh, J.P. Predictive Validity Performance Indicators in Violence Risk Assessment: A Methodological Primer / J.P. Singh // Behavioral Sciences and the Law. – 2013. – Vol. 31. – P. 8-22.

127. Snowden, R.J. Actuarial Prediction of Violent Recidivism in Mentally Disordered Offenders / R.J. Snowden, N.S. Gray, J. Taylor [et al.] //Psychol. Med. 2007. Vol. 37. P. 1539–1549.

128. Soliman, M. Complementing the power of deep learning with statistical model fusion: Probabilistic forecasting of influenza in Dallas County, Texas, USA / M. Soliman, V. Lyubchich, Y.R. Gel // Epidemics. – 2019. – №28. – P. 1-9.

129. Song, Q. Fuzzy Time Series and Its Models. / Q. Song, B. Chissom // Fuzzy Sets and Systems. – 1993. – №54. – P. 269-277.

130. Steadman, H.J. A Classification Tree Approach to the Development of Actuarial Violence Risk Assessment Tools / H.J. Steadman, E. Silver, J. Monahan [et al.] // *Law Human Behavior*. 2000. Vol. 24, N 1. P. 83–100.

131. Teplin, L.A. Crime victimization in adults with severe mental illness / L.A. Teplin, G.M. McClelland, K.M. Abram [et al.] // *Arch Gen Psychiatry* 2005; 62:911–921.

132. Velleman, P.F. Applications, Basics and Computing of Exploratory Data Analysis / P.F. Velleman, D.C. Hoaglin. - Boston: Duxbury Press, 1981. - 380 c.

133. Webster, C. D. Impulsivity: Theory, assessment, and treatment / C. D. Webster, M. Jackson. – New York: Guilford, 1997.

134. Yan, CQ. Application of ARIMA model in predicting the incidence of tuberculosis in China from 2018 to 2019 / CQ Yan, RB Wang, HC Liu [et al.]// *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. – 2019. – №40. – P. 633-637 DOI: 10.3760 / cma.j.issn.0254-6450.2019.06.006.

135. Yu X., Comparative study of SARIMA and NARX models in predicting the incidence of schistosomiasis in China / X. Yu, Zn. Chen, L. Qi.// *Mathematical Biosciences and Engineering*, 2019, 16(4): 2266-2276. doi: 10.3934/mbe.2019112.

Приложение 1. Описание структуры годовой базы данных

Таблица. 1

Таблица MAIN – основная таблица для хранения данных об экспертизах

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	FIPODEXP	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	ФИО подэкспертного
3	SEX	Integer			Пол
4	VOZRAST	Integer			Возраст
5	VIDDELA	Integer			Вид дела
6	NUMDELA	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Номер дела
7	NUMOFTOMES	Integer			Количество томов
8	DATAEXP	Date			Дата экспертизы
9	VIDEXP	Integer			Вид экспертизы
10	KOMPLKTO	Integer			Вид комплексной экспертизы
11	FIOSLEDOV	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	ФИО следователя
12	OTKUDANAPRAVLEN	Integer			Откуда направлен
13	DATAIN	Date			Дата поступления дела
14	ZAKLUCH	Integer			Заключение
15	GRDIAG	Integer			Группа диагноза
16	NUMAKTA	Integer			Номер акта
17	TEXTAKTA	Blob	80	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Текст акта
18	KTODOKLAD	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Докладчик
19	CHLEN1	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Член комиссии
20	CHLEN2	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Член комиссии
21	PSYHOLOG	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Психолог

22	NUMSTATII	Blob	80	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Краткая характеристика статьи УК РФ
23	PLATNIY	Integer			Платно/бесплатно
24	SUMMA	Integer			Сумма
25	RAYON	Integer			Район
26	KINDOFMAN	Integer			Тип подэкспертного
27	DIED	Integer			Посмертная экспертиза
28	AMB_STAT	Integer			Амбулаторно/стационарно
29	CHARGRDELA	Integer			Характер гражданского дела
30	REKOMMER	Integer			Рекомендуемые меры
31	LECHENIE	Integer			Принудительное лечение
32	RECIDIV	Integer			Повторно
33	ALKO	Integer			Опьянение
34	POSTANOVLENIE	Blob	80	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Постановление
35	ZAOCHNO	Integer			Заочная экспертиза
36	DIAGNOS	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Диагноз
37	KODDIAGNOS	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Код диагноза
38	DRUGUCHAST	Blob		Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Эпикриз
39	VOPROSI	Blob		Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Вопросы
40	EXPRANEE	Blob		Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Ранее проведенные экспертизы
41	DIAGNOSRANEE	Blob		Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Ранее поставленный диагноз
42	HODATAYOFEXP	Blob		Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Ходатайства
43	SUSCHESTVO	Blob		Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Существо гражданского дела

44	BIRTHDAY	Date			Дата рождения
45	DR_UCH	Blob	80	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Другие участники
46	ADRESS	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Адрес
47	POL_NAME	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Название страховой компании
48	POL_SER	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Серия полиса
49	POL_NOM	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Номер полиса
50	DOP_EXP	Integer			Дополнительная экспертиза
51	VPERV	Integer			Впервые выставлен диагноз
52	NST	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Приоритет статьи
53	ST_DATAIN	Date			Поступление в стационар
54	RE_DS	Integer			Диагноз подтвердился
55	RE_ZAKL	Integer			Заключение подтвердилось
56	ST_OUT	Varchar	200	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Выписка из стационара
57	ST_KOIKO	Integer			Проведено койко-дней
58	ST_KOIKO_AF	Integer			Проведено койко-дней после экспертизы
59	ST_DATAOUT	Date			Дата выписки из стационара

Таблица 2.

Таблица CHARGRAGDELA – вспомогательная таблица, хранит все возможные варианты характера гражданского дела.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Связано внешним ключом с полем CHARGRDELA таблицы MAIN
2	Znach	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение

Таблица 3.

Таблица DOKLADCHIK – вспомогательная таблица, в которой хранятся данные об экспертах.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	FIO	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	ФИО эксперта
3	STAG	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Стаж работы
4	ROD_PAD	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	ФИО в родительном падеже
5	KOD	Integer			Индивидуальный код

Таблица 4.

Таблица GRUPDIAG – вспомогательная таблица, в которой хранятся группы диагнозов.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	DIAGNOS	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Наименование диагноза
3	KOD	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Код диагноза

Таблица 5.

Таблица INFO – вспомогательная таблица, в которой хранится информация об отделении и о больнице

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	NAME_LPU	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Название ЛПУ
2	OTD	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Наименование отделения
3	AMB_ST	Integer			Амбулаторно/стационарно

Таблица 6.

Таблица NAPRUCH – вспомогательная таблица, в которой хранится список направивших учреждений.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	INSTITUTE	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Наименование направившего учреждения

Таблица 7.

Таблица PODEXP – вспомогательная таблица, в которой хранятся типы подэкспертных. Поле ID связано внешним ключом с полем

KINDOFMAN таблицы MAIN

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	Znach	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение

Таблица 8.

Таблица PRINUDLECH – вспомогательная таблица, в которой перечислены виды принудительного лечения.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	Znach	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение

Таблица 9.

Таблица PSYCHOLOGIST – вспомогательная таблица, в которой хранятся данные о психологах.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	FIO	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	ФИО эксперта
3	STAG	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Стаж работы
4	ROD_PAD	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	ФИО в родительском падеже

Таблица. 10

Таблица RAYON – вспомогательная таблица, в которой перечислены районы обслуживания.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	Rayoni	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение

Таблица 11.

Таблица RECOMMERI– вспомогательная таблица, в которой перечислены виды рекомендуемых мер.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	Znach	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение

Таблица 12.

Таблица ZAKLUCHENIE– вспомогательная таблица, в которой перечислены виды заключений.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	Znach	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение

Таблица 13.

Таблица T_USERS – вспомогательная таблица, в которой хранятся данные о пользователях системы.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	U_NAME	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Уникальный логин пользователя
3	FULL_NAME	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Полное имя пользователя
4	SHOT_NAME	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Сокращенное имя пользователя
5	TYPES	Integer			Тип пользователя, определяющий права доступа

Таблица 14.

Таблица LOG_TABLES – вспомогательная таблица для «слежения» за действиями пользователей.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	NAME	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Название таблицы
3	OPERATION	Varchar	1	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Операция
4	DATE_TIME	Varchar	20	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Дата и время изменения записи
5	USER_ID	Integer			Тип пользователя, определяющий права доступа

Таблица 15.

Таблица LOG_KEYS– вспомогательная таблица для «слежения» за действиями пользователей.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	LOG_TABLE_ID	Integer			Идентификатор таблицы
2	KEY_FIELD	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Ключевое поле
3	KEY_VALUE	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Значение ключевого поля

Таблица 16.

Таблица LOG_FIELDS– вспомогательная таблица для «слежения» за действиями пользователей.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	ID	Integer		PK	Первичный ключ
2	LOG_TABLE_ID	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Идентификатор таблицы
3	FIELD_NAME	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Имя поля
4	OLD_VALUE	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Старое значение
5	NEW_VALUE	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Новое значение

Таблица LOG_BLOB_FIELDS – вспомогательная таблица для «слежения» за действиями пользователей.

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля	Характеристики поля	Пояснения
1	LOG_FIELD_ID	Integer			Идентификатор поля
2	OLD_VALUE	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Старое значение
3	NEW_VALUE	Varchar	255	Кодировка – Win1251, Коллате – PXW_CYRL	Новое значение