**Игнатьев, Владимир Юрьевич Методы математического моделирования для распознавания и прогнозирования характеристик областей земной поверхности по мультиспектральным космическим изображениям**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Игнатьев, Владимир Юрьевич

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ\_2

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАСТЕЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ\_14

1.1 Роль космических данных в прогнозировании\_14

1.2 Прогнозирование по данным дистанционного зондирования\_15

1.3 Задача дистанционного зондирования\_18

1.3.1 Спутниковая система мониторинга окружающей среды\_18

1.3.2 Космические средства при мониторинге Земли\_20

1.4 Обработка мультиспектральных данных в задачах прогнозирования состояния областей земной поверхности\_22

1.4.1 Географическая привязка изображений\_23

1.4.2 Особенности мультиспектральных изображений\_24

1.4.3 Оценка состояния различных типов подстилающей поверхности по мультиспектральным изображениям \_25

1.5 Модели оценки и прогнозирования состояния областей земной поверхности

1.5.1 Классификация моделей и методов прогнозирования\_29

1.6 Анализ методов оценки и прогнозирования характеристик, описывающих

состояние областей, на примере прогнозирования урожайности \_32

1.6.1 Метод выявления года-аналога\_36

1.6.2 Регрессионный метод\_39

1.6.3 Метод прогнозирования урожайности на основе моделирования прироста биомассы растений\_41

1.6.4 Итоги анализа и сопоставления методов прогнозирования урожайности \_

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБЛАСТЕЙ АНТРОПОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ\_45

2.1 Постановка задачи\_47

2.2 Выбор данных ДЗЗ для решения задачи прогнозирования\_51

2.2.1 Получение и предварительная обработка космических изображений\_51

2.3 Выделение информативного сигнала из полученных данных\_54

2.3.1 Метод выделения областей интереса на основе анализа динамики состояния объектов по сериям разновременных космических изображений\_55

2.3.2 Детектирование растительности по сериям космических изображениях на основе анализа динамики вегетации\_62

2.3.3 Метод уточнения карт растительности\_70

2.4 Основная концепция разработанного метода\_72

2.4.1 Сезонные и долгосрочные наблюдения\_74

2.4.2 Процесс обучения \_79

2.4.3 Процесс прогнозирования. \_83

ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗА ПЛОДОРОДИЯ И

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

3.1 Выбор информативных признаков состояния областей земной поверхности

87

3.1.1 Предикативный вектор, описывающий изменение состояния областей\_87

3.1.2 Корреляция индексов состояния областей с их количественными характеристиками\_91

3.2 Построение модели\_93

3.2.1 Общий вид модели плодородия \_93

3.3 Развитие модели плодородия с учетом специфики задачи\_96

3.3.1 Базовая многомерная модель прогнозирования урожайности.\_96

3.3.2 Локальная многомерная модель для отдельных областей. \_97

3.3.3 Модель с мультипликативной поправкой для областей. \_98

3.3.4 Трендовая модель с мультипликативной поправкой для областей. \_99

3.3.5 Использование метео-климатических данных для построения предикативного вектора\_102

3.3.6 Рекомендации по применению разработанных моделей\_103

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ РФ И РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР\_105

4.1 Настройка моделей плодородия\_105

4.1.1 Планирование численного эксперимента. Сбор данных для численного эксперимента \_105

4.1.2 Численный эксперимент\_107

4.1.3 Оценка точности прогноза\_111

4.2 Сопоставление результатов прогнозирования урожайности с использованием разработанных моделей\_112

4.2.1 Прогнозы с использованием модели 1. \_113

4.2.2 Прогнозы с использованием модели 2. \_113

4.2.3 Прогнозы с использованием модели 3. \_114

4.2.4 Прогнозы с использованием модели 4. \_115

4.2.5 Сравнение моделей.\_116

4.3 Оценка статистической значимости полученных прогнозов\_117

4.4 Оценка применимости модели посредством процедуры кросс-валидации

4.5 Зависимость точности прогноза от момента прогнозирования и типа с/х

культуры

4.6 Уточнение параметров прогностической модели после расширения обучающих данных \_123

4.6.1 Уточнение оптимального момента прогнозирования и состава вектора состояния растительности для расширенного вектора признаков. \_124

4.6.2 Прогнозы с использованием уточнённой модели 1.\_128

4.6.3 Прогнозы с использованием уточнённой модели 2.\_129

4.6.4 Прогнозы с использованием уточнённой модели 3.\_130

4.6.5 Прогнозы с использованием уточнённой модели 4.\_131

ЗАКЛЮЧЕНИЕ\_135

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ\_137

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ