

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**«ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ОБЛАЧНОСТИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИХ ВЛИЯНИЯ НА
ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ В
АТМОСФЕРЕ»**

Дипломная работа

Подготовил: студент 5-го курса Бардонов И.ххх.

Научный руководитель: канд. физ-мат. наук

Светашев А.Г.

Цель работы:

разработать методику численного моделирования параметров облачности по данным наземных наблюдений и результатам численного моделирования атмосферных процессов

Основные задачи:

- разработать алгоритм и программное обеспечение для численного моделирования процессов переноса излучения в атмосфере с учетом параметров облачности
- разработать методику определения параметров облачности по данным наземных измерений спектров освещенности земной поверхности приземным солнечным излучением
- разработать методику использования результатов численного моделирования параметров облачности в системе WRF для расчетов спектров яркости небесной сферы (СПЭЯ) и спектров освещенности земной поверхности (СПЭО)

Численное моделирование процессов переноса излучения в атмосфере

Численное моделирование процессов переноса излучения в атмосфере проводилось с помощью специально разработанного программного обеспечения, использующего рабочие модули пакета libRadtran 2.1. В экспериментальных целях использовались также 2.х версии программного пакета Sciatran .

С помощью разработанных программных приложений:

- 1) моделировались спектры СПЭЯ и СПЭО в спектральном диапазоне 290- 600 нм
- 2) исследовалась зависимость спектров СПЭО и СПЭЯ от макро- и микро- параметров облачности при различных зенитных углах Солнца, а также от угловых параметров и геометрии системы наблюдения
- 3) проводилась сравнительная оценка информационного контента основных параметров облачности (высоты слоя облачности (height), балльности (Cloud Fraction), оптической толщины облачного слоя (tau), эффективного радиуса частиц (R_{eff}), содержания влаги (LWC) и др.
- 4) исследовалось влияние на данные спектры малых газовых и аэрозольных составляющих атмосферы, а также альbedo подстилающей поверхности

Разработка методики определения параметров облачности по данным наземных измерений спектров освещенности земной поверхности приземным солнечным излучением

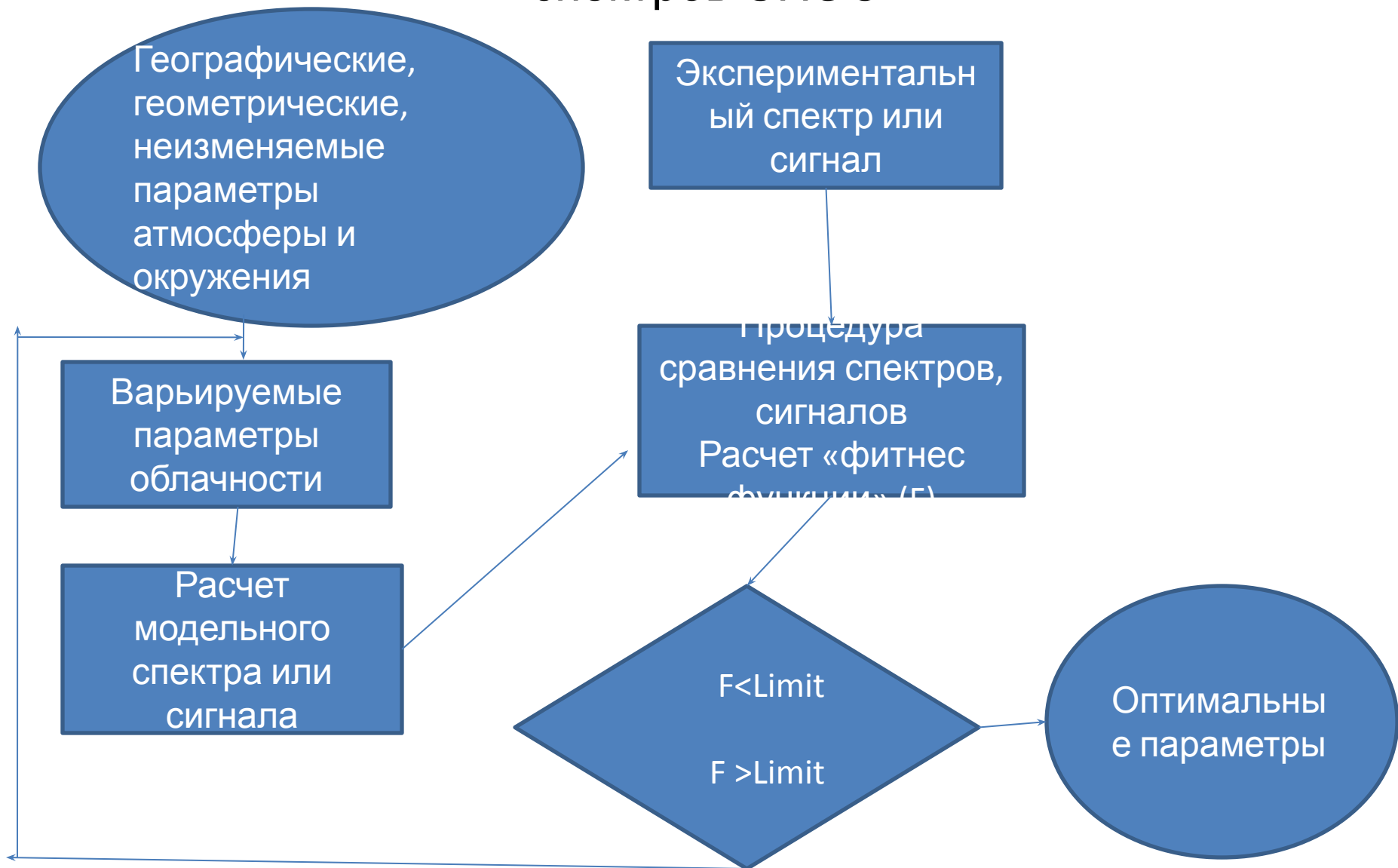
Методика определения параметров облачности по спектрам освещенности земной поверхности разрабатывалась в нескольких вариантах для приборов наземного базирования, разработанных в НИИЦ МО БГУ:

- 1) спектрорадиометра Пион-УФ и
- 2) двухканального фильтрового фотометра ПИОН-Ф,
- 3) а также для перспективной разработки «измерителя облачности».

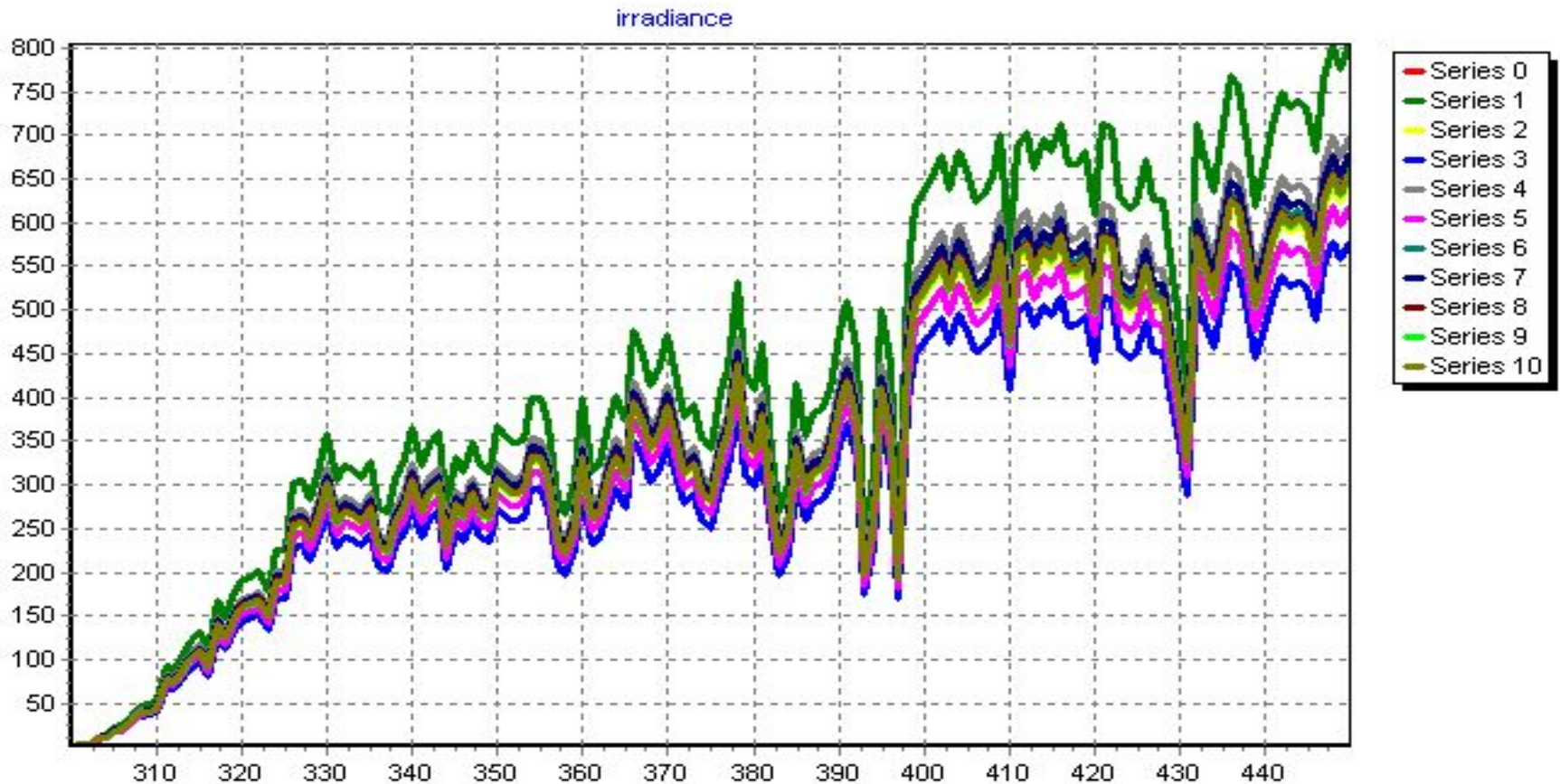
В качестве базового, экспериментального сигнала в зависимости от варианта методики использовались:

- 1) суммарный и диффузно рассеянный вниз спектры СПЭО в диапазоне длин волн 290-450 нм (основной рабочий канал ПИОН-УФ)
- 2) интегральный спектр СПЭО с максимумом в области 600 нм (опорный канал ПИОН-УФ)
- 3) интегральные спектры СПЭО рабочих каналов фильтрового фотометра ПИОН-Ф
- 4) интегральный спектр СПЭО с максимумом в области 550 нм (рабочий канал «измерителя облачности»).

Основной рабочий алгоритм методики определения параметров облачности по данным наземных измерений спектров СПЭО

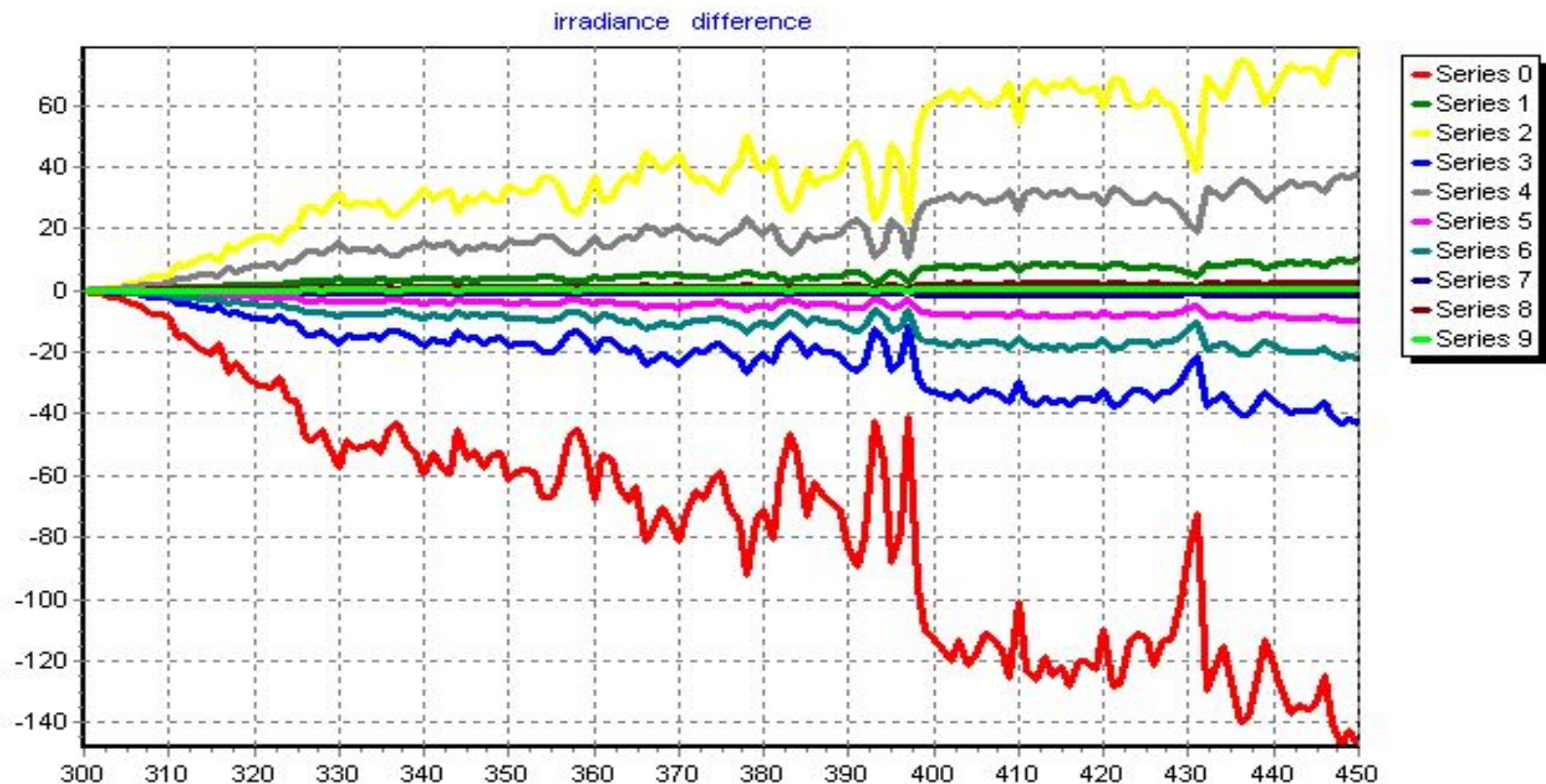


Пример действия алгоритма по определению оптимальной плотности облачного слоя по спектру СПЭО спектрорадиометра ПИОН-УФ (Слайд 1)



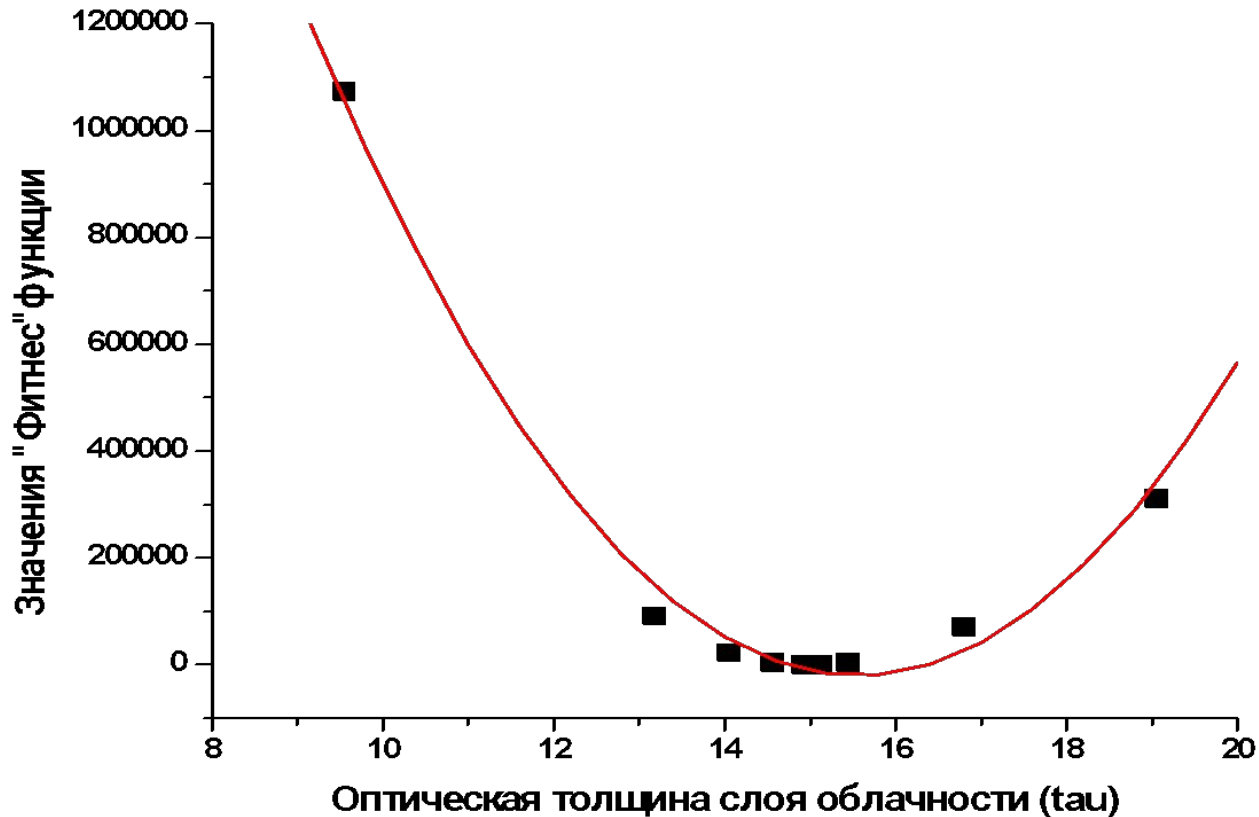
Влияние оптической толщины слоя облачности (τ) на спектр СПЭО в диапазоне 300 – 450 нм

Пример действия алгоритма по определению оптимальной плотности облачного слоя по спектру СПЭО спектрорадиометра ПИОН-УФ (Слайд 2)



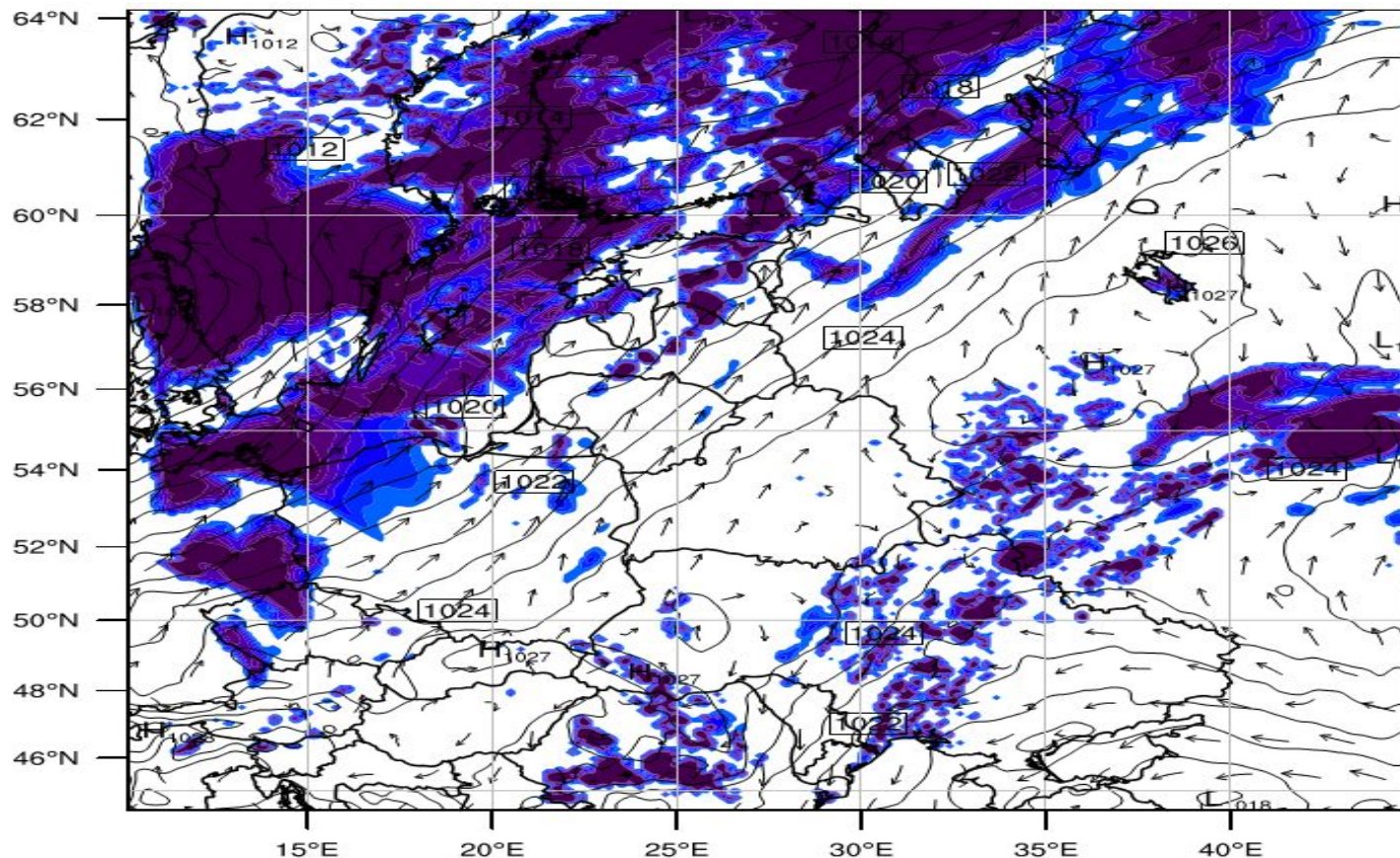
Разностные (дифференциальные) спектры СПЭО при различных значениях τ

Пример действия алгоритма по определению оптимальной плотности облачного слоя по спектру СПЭО спектрорадиометра ПИОН-УФ (Слайд 3)



Поиск минимума «фитнес - функции» F , полученной интегрированием дифференциальных спектров при различных τ .

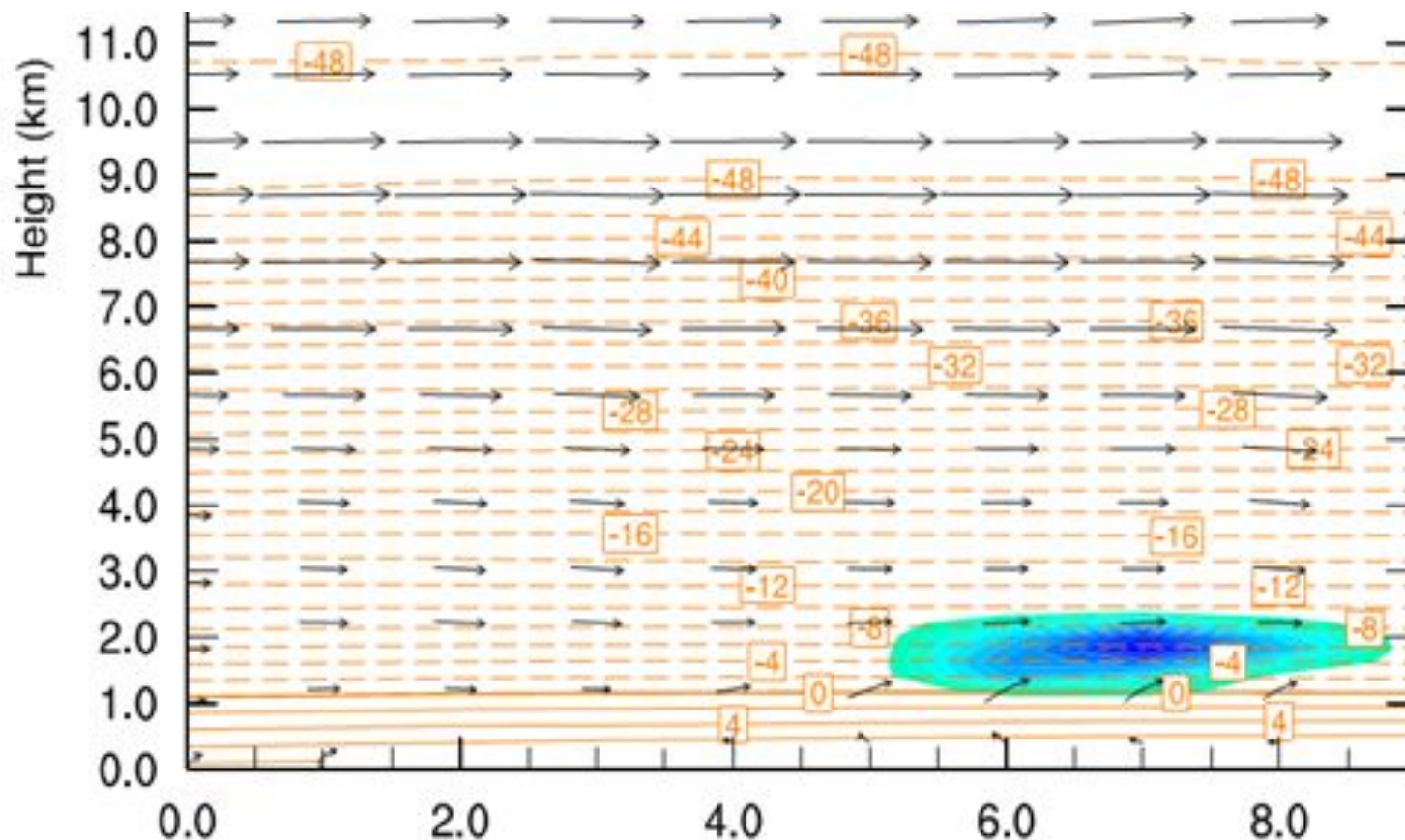
Пример определения параметров облачности по результатам численного моделирования в системе WRF (Слайд 1)



Расчет облачного покрытия территории Беларуси и прилегающих государств.

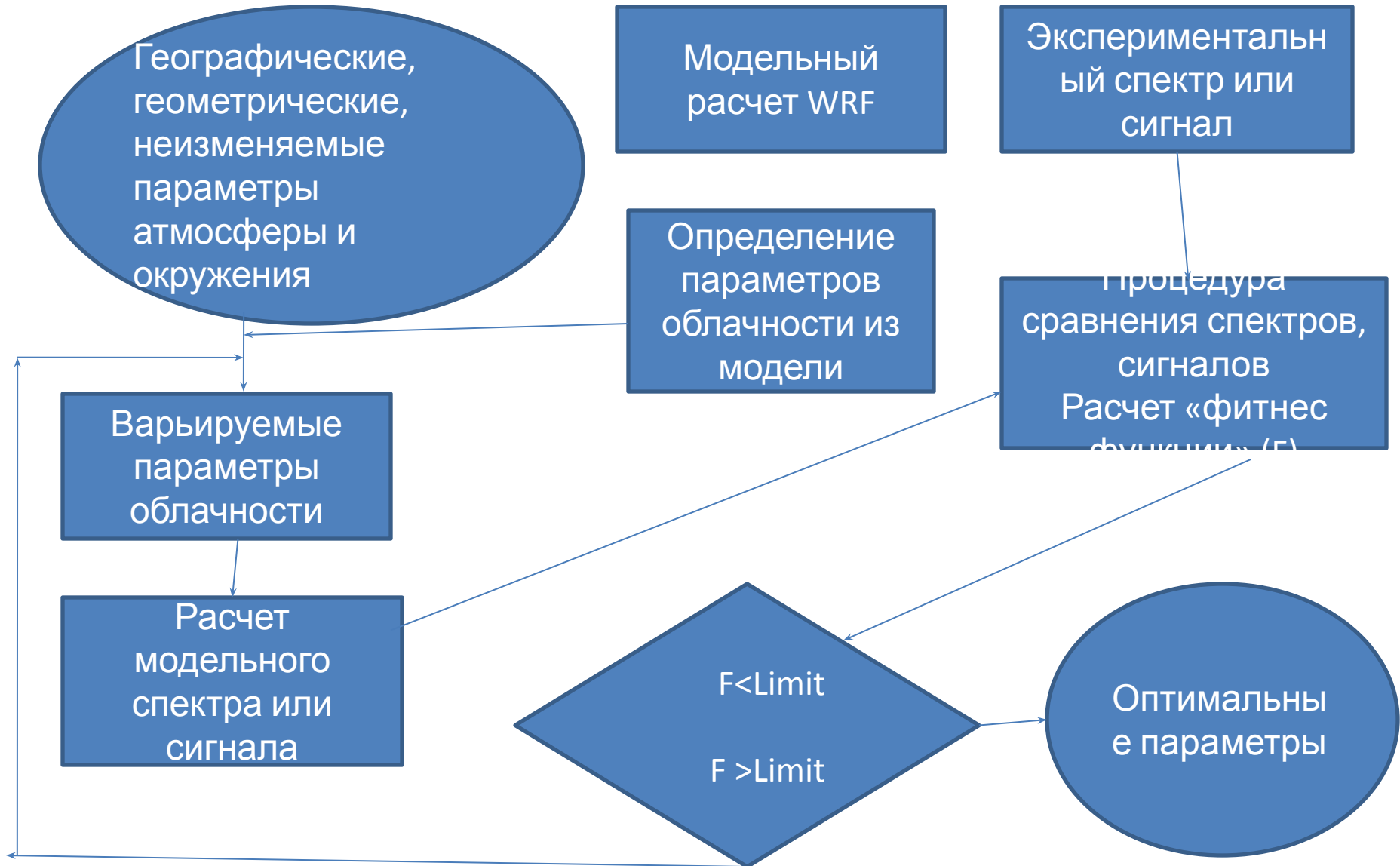
Показана рассчитанная функция отражения сигнала радара облачностью (dBZRefl).

Пример определения параметров облачности по результатам численного моделирования в системе WRF (Слайд 2)



Определение протяженности, высоты, толщины и состава (водность, наличие ледяной фракции и т.п.) слоя облачности по вертикальному сечению трехмерного поля атмосферных параметров, численно смоделированных системой WRF .

Алгоритм определения параметров облачности с использованием результатов численного моделирования в системе WRF



Результаты и выводы

- разработаны алгоритм и программное обеспечение для численного моделирования процессов переноса излучения в атмосфере с учетом параметров облачности
- разработана и опробована методика определения параметров облачности по данным наземных измерений спектров СПЭО и СПЭЯ приборами ПИОН-УФ и ПИОН-Ф
- разработана методика, позволяющая использовать результаты численного моделирования в системе WRF для существенного повышения эффективности процедуры определения параметров облачности по данным наземных измерений спектров СПЭО и СПЭЯ
- важно, что данная методика может быть использована для валидации численных моделей переноса излучения в атмосфере, а также систем наземного и орбитального наблюдения.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !