

Доклад (тезисы)

Бондаренко Павел Валериевич

„Технология принятия решений по минимизации затрат и снижения рисков при чрезвычайных ситуациях природного характера”

Статистико-математический метод исследования

Система принятия оптимального решения по минимизации затрат и снижения рисков при чрезвычайных ситуациях (ЧС) природного характера базируется на двух обязательных компонентах:

первая – технология прогнозирования природного ЧС,

вторая – технология принятия решения в условиях неопределенности прогноза и знания экономических условий комплексного функционирования разнородных по задачам пользователей.

Задача прогнозирования является чрезвычайно сложной в силу недостаточности знаний о механизмах, управляющих долговременными изменениями в системе "атмосфера океан - деятельный слой суши". Одним из способов ее решения является физико-статистический подход, позволяющий с приемлемой для практики точностью получать прогностические значения геофизических характеристик, в частности различные гидрологические характеристики, такие как приток воды в водохранилища ГЭС за различные периоды, даты ледовых явлений, уровни воды в период весеннего половодья. Физико-статистическая модель основана на поиске причинно-следственных связей в системе "атмосфера - океан - деятельный слой суши", определяющих погодные условия в конкретном географическом районе. Выделение свободных и вынужденных колебаний в этой системе позволяет определить крупномасштабные компоненты, время релаксации которых является сравнимым с периодом заблаговременности, что делает решаемой задачу долгосрочного прогнозирования. Для целей выделения крупномасштабных компонентов используются методы многомерного статистического анализа.

Решение задачи построения оптимальной экономической стратегии принятия решения на основе гидрологической информации необходимо рассматривать в двух аспектах:

во-первых, что совершенно естественно, повысить качество прогностической продукции - в идеале абсолютно точный прогноз,

во-вторых, умение потребителя воспользоваться прогнозом с максимальной для себя выгодой.

Очевидно, что достичь абсолютно точного прогноза не удастся в силу стохастичности физических законов динамики атмосферной циркуляции, формирующей погодный процесс и как следствие гидрологической. Таким образом, повышение экономической эффективности за счет создания высокоточных технологий метеорологического и гидрологического прогнозирования маловероятно. И тогда возникает неопределенность в принятии экономического решения у потребителя. Особенно это касается использования информации, являющейся результатом долгосрочного прогноза. Следовательно, резервы повышения эффективности использования прогностической информации

необходимо искать в развитии технологии принятия оптимального решения потребителем в условиях неадекватного описания природного процесса. Для построения технологии принятия решения рассмотрим подход, основанный на приеме Байеса при оценке условных вероятностей появления случайных событий. Любой гидрометеорологический элемент можно представить в качестве конечного числа градаций, которые будем называть фазой. Пусть $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ - наблюдаемые фазы, а F_1, F_2, \dots, F_n - прогностические фазы, полученные в результате эксплуатации прогностической модели. Имея статистический материал по Φ и F можно построить матрицу сопряженности отражающую число соответствий и несоответствий фазы факта и фазы прогноза по которой можно определить условную вероятность осуществления фазы Φ при прогнозе фазы F . На основе матрицы сопряженности можно построить матрицу условных вероятностей. Кроме этого потребитель прогностической информации должен иметь данные о своей экономической зависимости от реализации того или иного гидрологического события, которую назовем платежом. Смысл платежа состоит в том, какие потери несет потребитель в случае совпадения или несовпадения фазы прогноза и фазы факта. Математическое ожидание потерь от принятого решения выражается в виде матричного произведения: $C = P \cdot S \cdot T$, где P - матрица условных вероятностей, S - матрица платежей, т.е. убытки от принятой стратегии, T - операция транспонирования. В наиболее прямой зависимости от результата прогноза уровневый режим в период половодья находится стратегия планирования противопаводковых мероприятий.

Необходимо сразу оговориться, что настоящая технология применяется при снижении экономического риска и ни в коей мере не относится к случаю когда речь идет о спасении человеческой жизни.

Покажем, как повышается эффективность в результате оптимизации стратегии потребителя с использованием вышеизложенного алгоритма на примере весеннего половодья, при этом стратегия должна быть направлена на уменьшение убытков. Экономический эффект определяется как, - сумма затрат на превентивные меры минус убытки. Для этого рассмотрим четырехфазную схему представления уровней воды лежащих внутри четырех заданных градаций, отражающих различную степень опасности, как величину подтопления, т.е. в виде градаций фактического притока: $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ и фазы прогноза соответственно: F_1, F_2, F_3, F_4 . Рассчитаем матрицы условных вероятностей, отражающие прогностические свойства модели. Зная матрицу платежей и получив прогноз на реализацию одной из фаз, необходимо определить превентивные затраты на оптимум и соседнюю градацию и исходя из этого определить мероприятия, основанные на балансе между затратами и возможным ущербом. Так по полученным данным при прогнозе F_1 минимум ущерба будет при ориентации на фазу Φ_1 , однако при этом соседняя градация близка по величине и следовательно необходимо оценивать соотношение между превентивными затратами и возможным ущербом от реализации фазы Φ_2 . При прогнозе фазы 2 однозначно идет ориентация на реализацию фазы 2, т.к. превентивные меры на предотвращение ущерба от фазы 1 меньше чем от фазы 2. При прогнозе фазы 3 стратегия аналогичная и ориентация на фазу 3. И только при прогнозе фазы 4 однозначная ориентация на фазу 3.