

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск посвящен применениям статистических методов к анализу эффективности экспериментов по искусственному увеличению осадков и подавлению града. Авторами статей этого сборника являются специалисты как по теории вероятностей и математической статистике, так и по физике активных воздействий на облачную среду. Наряду с погодными экспериментами, проведенными на территории бывшего СССР, рассматриваются эксперимент по увеличению осадков в Сирии и противоградовые работы в Аргентине; при проведении двух последних экспериментов существенно использовалась российская технология.

Применение статистических методов к рассматриваемой проблематике началось, по-видимому, в 50-х годах; многим оно обязано Дж. Нейману и Л. Ле Каму. Свидетельством интереса к таким применениям может служить и выход в 1967 г. «погодного» тома V Международного Берклеевского симпозиума по теории вероятностей и математической статистике. С 1978 г. по 1990 г. на механико-математическом факультете Московского государственного университета работал Всесоюзный семинар по применениям вероятностно-статистических методов к погодным экспериментам. Его научным руководителем с 1978 г. по 1985 г. был А. Н. Колмогоров. В заседаниях семинара, наряду с математиками, среди которых был выдающийся узбекский вероятностник С. Х. Сираждинов, принимали участие и специалисты Комитета по гидрометеорологии. Известный полярник Е. К. Федоров, директор Института прикладной геофизики, поддерживал эту совместную деятельность. В дальнейшем финансирование работ осуществлялось Центральной аэрологической обсерваторией (директор А. А. Черников) и Высокогорным геофизическим институтом (директор М. Ч. Залиханов). Результатом деятельности участников упомянутого семинара явилась разработка ряда новых статистических процедур и усовершенствование уже имеющихся с целью анализа погодных экспериментов (в том числе уже проведенных в нашей стране).

Хотя физическим представлениям об образовании осадков, града и о механизме воздействия реагента на облака, туманы и посвящены многочисленные исследования, в силу наличия большого числа факторов, влияющих на процессы: образования осадков, подавления града и рассеяния тумана, заранее — до активного воздействия — рассчитать

величину эффекта не представляется возможным. Выходом из такой неопределенной ситуации может стать проведение соответствующего погодного эксперимента с обработкой его результатов статистическими методами. В связи с этим специалисты планируют эксперимент так, чтобы получить по возможности как можно большее количество опытов и — с целью сравнения — формируют каким-либо способом (например, с помощью одной из форм метода рандомизации Р. Фишера) две группы выборок: контрольную и с воздействием. Интерес специалистов к использованию математико-статистических методов анализа и планирования погодных экспериментов стимулируется большими продвижениями в теории этих методов в последние несколько десятков лет и бурным развитием вычислительной техники, позволяющим реализовать сложные алгоритмы.

Для успешного применения статистических методов нужна вероятностная модель, более или менее адекватно отражающая реальную ситуацию. В частности, такая модель должна учитывать: выводы теории, касающиеся физики механизма активного воздействия; архивные материалы — в случае их наличия; выбор меры эффективности воздействия, а также количество и качество замеров (называемых экспериментальными единицами) соответствующих эксперименту характеристик. Таким требованиям могут отвечать различные вероятностные модели; использование нескольких «подходящих» моделей для исследования одного и того же эксперимента может сделать статистические выводы более достоверными. Задача выявления эффекта воздействия может иметь несколько постановок, касающихся либо проверки наличия эффекта, либо оценки величины эффекта, либо построения доверительных интервалов для такой величины; поэтому для ее решения могут быть использованы как методы статистической теории оценивания параметров, так и методы проверки статистических гипотез. Не существует статистических методов, приспособленных ко всем случаям; как правило, для каждого погодного эксперимента имеется специфика при выборе вероятностных моделей и статистических методов.

Статьи, представленные в этом сборнике, подтверждают сказанное выше на материалах конкретных погодных экспериментов.

Из-за ограниченности объема не все принятые к публикации статьи вошли в настоящий выпуск. Эти статьи будут изданы в следующем выпуске, посвященном погодным экспериментам, предположительно, в первой половине 1996 г.

Надеемся, что настоящий сборник представит интерес как для математиков, интересующихся приложениями, так и для специалистов разных отраслей, применяющих статистические методы, а также для студентов, желающих ознакомиться с математической статистикой.

Э. М. Кудлаев