

Заключение. Во многом проблема классификации заболеваний растений была бы решена, если бы был создан набор данных аналогичный PlantVillage-Dataset, который бы содержал изображения растений с различными вариантами фона, освещения, видов заболеваний и углами под которыми получен снимок. Так же построив визуализацию промежуточных активаций модели и построение карт внимания (Grad-CAM), мы показали, что при совместном использовании нашей сети и визуальном осмотре специалистом карты внимания, можно добиться высокой точности классификации и решить проблему «черного ящика».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИГР

Савченко И.В.,

студентка 4-го курса БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Капусто А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Ключевые слова. Принятие решений, неопределенность, статистическая игра, стратегия, критерий.

Keywords. Making decisions, uncertainty, statistical game, strategy, criterion.

Задачи по принятию решений в разных сферах жизни, как частных лиц, так и управляющего персонала и руководителей различных предприятий и организаций, сопровождают практически все этапы их активной деятельности и существования. Результатом необдуманно принимаемых решений для задач и вопросов, имеющих экономическую составляющую, могут стать как большие материальные потери, так и негативные последствия для социальной сферы. В рамках руководства предприятием или фирмой это могут быть существенные финансовые издержки, упущенная выгода, производство на склад и т.д., в рамках планирования семейного бюджета – необдуманный кредит, нерациональное распределение средств, участие в заведомо проигрышных вложениях и т.п. Все это может привести к серьезным финансовым потерям как отдельно взятого человека, так и коммерческой структуры [1]. Грамотное и своевременно принятое управленческое решение определяет не только эффективность производственной деятельности предприятия, но и возможность его устойчивого развития.

Принятие управленческого решения требует определенного времени для раздумий и перебора предполагаемых вариантов возможных последствий. Сложность при выборе варианта поведения (стратегии) вызывает недостаточная информированность лица принимающего решение (ЛПР) о будущем – иными словами, неопределенность состояний внешней среды, в которой и предстоит реализовать выбранный вариант действий. Именно эта неопределенность «ответной реакции» внешней среды обуславливает потребность в разработке ЛПР нескольких стратегий, а также ставит его перед выбором окончательного варианта поведения. Вследствие этого процесс принятия обоснованных объективных решений должен опираться на научный подход с использованием моделей и количественных методов анализа данных для обоснования выбора оптимального решения. Теоретико-игровой подход является наиболее распространенным методом принятия решений в условиях неопределенности.

Материал и методы. Математической моделью задачи принятия решений выступает статистическая игра, т.е. игра с природой. В данном случае, в отличие от парных матричных игр, сознательно действует только один из игроков, чаще всего называемый активным, который и выступает в качестве ЛПР. Второй игрок – пассивный игрок или «Природа», который представляет собой внешнюю среду, влияющую на результат принятого ЛПР решения – не принимает решений и, фактически, является абсолютно

нейтральным как к выигрышу, так и к проигрышу ЛПР. При использовании статистических игр для моделирования принятия решений на практике в роли ЛПР может выступать один человек (менеджер, директор, начальник отдела и т.д.) или группа лиц (совет директоров, собрание акционеров и т.д.) [1]. Можно отметить, что статистические игры достаточно наглядны для иллюстрации принятия решения в вопросах инвестирования, так как рыночная конъюнктура не играет против инвестора, а изменяется под действием многих факторов.

Методы принятия решений в статистических играх зависят от характера неопределенности, точнее от того, известны или нет вероятности возможных состояний (стратегий) природы. В случае, когда вероятности наступления того или иного состояния среды известны, неопределенность называется частичной, в обратном же случае – полной неопределенностью.

Пусть ЛПР имеет m возможных стратегий поведения: A_1, A_2, \dots, A_m ; природа, в свою очередь, может оказаться в одном из n возможных состояний: P_1, P_2, \dots, P_n ; кроме того для каждой допустимой комбинации $((A_i, P_j))$ известно значение h_{ij} – количественная оценка эффективности (выигрыш) от использования ЛПР стратегии A_i при состоянии природы P_j . Таким образом, игру можно представить в виде платёжной матрицы, элементами которой будут являться выигрыши от определенных комбинаций стратегий обоих игроков. Для случая частичной неопределенности предполагаются известными вероятности состояний природы $q_j, j = \overline{1, n}$. Так как пассивный игрок не имеет никакой заинтересованности в результатах игры, то уменьшение размерности платежной матрицы в статистических играх возможно только за счет наличия доминируемых стратегий у активного игрока.

Для обоснования оптимальной стратегии в условиях полной неопределенности традиционно используют критерий крайнего оптимизма, максиминный критерий Вальда, критерии Сэвиджа, Гурвица, Лапласа, в условиях частичной неопределенности – критерии Байеса и Ходжа-Лемана [2, 3, 4].

Результаты и их обсуждение. В исследовании моделирование с привлечением аппарата статистических игр было выполнено для обоснования выбора варианта оптимального размера поставки скоропортящегося товара на кухню ресторана. Активным игроком или ЛПР в данном случае будет выступать управляющий рестораном, вместе с тем следует отметить, что непосредственный выбор поставщиков продуктов остается за шеф-поваром. Пассивным игроком в данной задаче выступает конъюнктура рынка, а именно количество посетителей за период, средний размер чека.

На базе статистической информации за прошлые периоды были сформированы 5 стратегий поведения ЛПР, которые представляли собой графики поставок. Исходя из предполагаемого спроса и влияния сезонности, были определены пять вариантов возможного поведения природы. Результатом построения модели стала платежная матрица, элементы которой представляют собой возможную прибыль от деятельности ресторана за месяц при выборе ЛПР определенного графика поставок и реализации природой одного из ответных сценариев. При определении элементов платежной матрицы были использованы данные, соответствующие реальным затратам на доставку и хранение скоропортящихся продуктов, потери от утилизации испорченного, ожидаемые средние убытки от отказа (равные цене блюда, продуктов для которого нет в наличии) и т.п. Заметим также, что доминирование стратегий ЛПР в построенной платежной матрице отсутствует. Вероятностные распределения для возможных состояний природы были разработаны самостоятельно, при этом были выделены оптимистический, нейтральный и пессимистический варианты развития сценария поведения пассивного игрока.

Так как платежная матрица статистической игры отражает эффективность результата реализации принятого решения, то и при применении указанных выше критериев определение оптимальных стратегий было основано на максимизации итогового значения. Заметим, что критерий крайнего оптимизма и максиминный критерий Вальда связаны между собой через критерий Гурвица. Для использования данного критерия необходимо ввести и задать параметр λ ($0 \leq \lambda \leq 1$). Расчет итогового показателя критерия осуществляется по формуле:

$$\max_i \gamma_i = \max_i (\lambda \min_j h_{ij} + (1 - \lambda) \max_j h_{ij})$$

и при $\lambda = 0$ критерий Гурвица идентичен критерию крайнего оптимизма, при $\lambda = 1$ – критерию Вальда. Параметр λ выступает показателем пессимизма ЛПР и отражает его отношение к предполагаемому развитию сценария состояний природы. В работе для применения критерия Гурвица был использован диапазон изменения λ от 0 до 1 с шагом 0,2, что позволило зафиксировать рубежное значение показателя пессимизма, определяющее изменение выбора оптимальной стратегии ЛПР.

При применении критерия Байеса были исследованы три случая, в зависимости от предполагаемого сценария поведения пассивного игрока. Кроме того, использование критерия Ходжа-Лемана позволило продемонстрировать связь критериев Байеса и Вальда. Для использования данного критерия необходимо ввести и задать параметр u ($0 \leq u \leq 1$). Расчет итогового показателя критерия осуществляется по формуле:

$$\max_i (hl)_i = \max_i (u \sum_{j=1}^n h_{ij} q_j + (1 - u) \min_j h_{ij}),$$

и при $u = 0$ критерий Ходжа-Лемана идентичен критерию Вальда, при $u = 1$ – критерию Байеса. Параметр u выступает показателем степени доверия ЛПР к имеющейся информации о предполагаемых возможных вероятностях состояний природы. В работе для применения критерия Ходжа-Лемана для каждого из трех сценариев был использован диапазон изменения u от 0 до 1 с шагом 0,2, что позволило зафиксировать рубежное значение показателя степени доверия ЛПР, определяющее изменение выбора оптимальной стратегии.

Итогом исследования стало детальное обоснование выбора графика поставок как для случая полной неопределенности, так и для предложенных сценариев развития ситуации с позиции внешней среды.

Заключение. Таким образом, теоретико-игровой подход к задачам принятия решений позволяет представить реальную практическую задачу в виде статистической игры и обосновать выбор оптимальной стратегии поведения на базе применения различных критериев в зависимости от вида неопределенности

1. Капусто, А.В. Многокритериальный подход к принятию решений в условиях неопределенности риска/ А.В. Капусто, Э.В. Лепешо // Тенденции экономического развития в XXI веке: материалы III Междунар. науч. конф., Минск, 1 марта 2021 г., Белорус. гос. ун-т – Минск : БГУ, 2021, С. 68 – 71.

2. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Н.И. Холод, А.В. Кузнецов, Я.Н. Жихар и др.; под общ. ред. А.В. Кузнецова. 2-е изд. – Мн.: БГЭУ, 2002.– 412 с.

3. Костевич Л.С. Математическое программирование: Информ. Технологии оптимальных решений: Учеб. пособие / Л.С. Костевич. – Мн.: Новое знание, 2003 – 424 с.

4. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. Учебное пособие. – М.: Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. – 288 с.