УДК 005.8.

УПРАВЛЕНИЕ ОГРАНИЧЕННЫМИ РЕСУРСАМИ КОРПОРАТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО АСУ ТП В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Крутохвостов Денис Григорьевич

Брянский государственный технический университет

г. Брянск, Российская Федерация

Цифровизация промышленного предприятия изменяет требования к профессиональной готовности специалистов по разработке и сопровождению ПО АСУ ТП, что обусловливает необходимость их подготовки к новым или расширенным производственным ролям.

Корпоративная подготовка выполняется одновременно с основной производственной деятельностью и использует ограниченные ресурсы предприятия. При одновременной подготовке нескольких сотрудников возможность реализации индивидуальных планов зависит от доступности общих ресурсов, что необходимо учитывать при цифровом планировании.

С позиции управления организационными системами планирование выполняется с учётом существующих ограничений [1]. Сочетание отношений предшествования, ограниченной доступности и конкуренции за общие ресурсы характерно для задач ресурсно-ограниченного календарного планирования [3]. При планировании человеческих ресурсов дополнительно учитываются квалификация и доступность исполнителей [2]. Специфика корпоративной подготовки специалистов ПО АСУ ТП состоит в совместном использовании ресурсов подготовкой и производственной деятельностью. Цель работы — оценить влияние ресурсных ограничений на совместную реализацию планов при увеличении числа одновременно подготавливаемых специалистов.

Совместная подготовка рассматривается как задача календарно-ресурсного планирования, в которой мероприятия имеют трудоёмкость, допустимые

временные окна, потребность в ресурсах и отношения предшествования. Суммарная потребность одновременно выполняемых мероприятий не должна превышать доступность соответствующих ресурсов; дополнительно учитывается производственная занятость специалистов.

Расчётный эксперимент проведён для серий с 2, 6 и 12 одновременно подготавливаемыми специалистами при восьми компетенциях, 18 модулях и горизонте 30 рабочих дней. Ресурсные ограничения задавались доступным временем наставников и календарной доступностью стендового оборудования, целевой профиль и доступность общих ресурсов оставались неизменными. Средний исходный взвешенный дефицит составил соответственно 0,2180; 0,2177 и 0,2180.

Эффект плана характеризует ожидаемое сокращение взвешенных дефицитов профессиональной готовности. Оптимальные значения целевой функции для совместного и индивидуальных планов получены методом смешанного целочисленного линейного программирования (MILP).

В качестве коэффициента ресурсной конкуренции используем отношение эффекта совместного плана $F^{\text{совм}}$ к сумме эффектов индивидуальных планов $F^{\text{инд}}$, вычисленных в том же временном интервале и календарных условиях, но без конкуренции специалистов за общие ресурсы:

$$K = \frac{F^{\text{совм}}}{\sum F^{\text{инд}}} \cdot 100\%$$

Значение коэффициента снижается с 97,17% для двух специалистов до 61,00% для шести и 41,35% для двенадцати. Загрузка наставников при этом достигала 96,43–98,21%, тогда как стендовое оборудование сохраняет запас. Это показывает необходимость учитывать доступное время наставников при определении масштаба и очередности подготовки специалистов.

Список литературы

1. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. 4-е изд., испр. и доп. М.: ЛЕНАНД, 2022. 500 с.
2. Afshar-Nadjafi B. Multi-skilling in scheduling problems: A review on models, methods and applications // Computers & Industrial Engineering. 2021. Vol. 151. 107004. DOI: 10.1016/j.cie.2020.107004.
3. Hartmann S., Briskorn D. An updated survey of variants and extensions of the resource-constrained project scheduling problem // European Journal of Operational Research. 2022. Vol. 297, No. 1. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.ejor.2021.05.004.