

Н. А. Соколов, О. Е. Хрусталева (Москва, ЦЭМИ РАН). **Экономико-математический инструментарий сравнения процессов технического перевооружения и модернизации предприятий ракетно-космической промышленности.**

В принятии эффективных управленческих решений важную роль играет прогнозируемая структура ракетно-космической промышленности [1, 2]. Например, если сейчас ускоренными темпами производятся современные инновационные образцы технической продукции различного назначения, то по мере насыщения отечественного рынка новой ракетно-космической техникой (РКТ) на нее неизбежно произойдет сокращение спроса. Это означает, что предприятиям Роскосмоса во избежание спада наукоемкого и высокотехнологичного производства, снижения загрузки современного оборудования и занятости научного и инженерно-технического персонала, необходимо: осваивать внешние рынки РКТ, на которых продолжает сохраняться спрос на выпускаемые технические образцы; обеспечить расширение продукции и услуг для российских и иностранных граждан.

В мировой РКТ на гражданский сектор приходится около 75% объемов производства, и при этом декларируется необходимость соблюдения данной пропорции. В долгосрочной перспективе ожидаемые изменения производственной стратегии отрасли необходимо учитывать в ходе составления программ перевооружения предприятий РКТ, при выборе между универсальными и специализированными видами оборудования и т. п. [3].

При возобновлении производства образцов техники предшествующего поколения возникает следующая дилемма: создавать ли универсальное производство на основе современного оборудования и новых технологий, перенастраивая его на выпуск изделий передового технологического уровня **либо** путем эволюционной модернизации воссоздавать в отдельных точках производственных цепочек производства уже устаревшего уровня.

Обозначим V мощность создаваемого нового производства (количество единиц техники в год), p — среднюю цену единицы техники. Проектная мощность является основой для принятия управленческих решений. В рамках разрабатываемой модели слабо определенным параметром оказывается продолжительность производства модернизированных технических изделий, обозначаемая ΔT . Среднегодовой выпуск этих изделий определим как q . Он должен удовлетворять фактический спрос и не может быть больше производственной мощности: $q \leq V$. Тогда в течение запланированной продолжительности производства будет выпущено $\Delta Q = q \Delta T$ образцов РКТ.

Обозначим $c^{\text{стар}}$ — усредненные прямые издержки производства изделий РКТ на имеющемся на предприятии оборудовании, $FC^{\text{стар}}$ — постоянные издержки, связанные с его содержанием. Допустим, что имеющиеся оборудование имеет достаточную мощность для выполнения запланированной к выполнению программы выпуска образцов РКТ. Предположим, что существует возможность внедрения новой технологии, обеспечивающей усредненные прямые издержки $c^{\text{нов}}$ и удельные постоянные издержки, связанные с содержанием оборудования, равные $fc^{\text{нов}}$. Однако новая технология

требует и дополнительных капитальных затрат $I^{\text{нов}} = b^{\text{нов}} V$, где $b^{\text{нов}}$ — фондоемкость внедряемой технологии.

Следует, однако, отметить, что амортизация капитальных затрат будет продолжаться до конца производственного периода. До исчерпания своего ресурса на новом оборудовании будет выпущено $Q^{\text{нов}} = V T^{\text{нов}}$ единиц изделий ракетно-космического назначения ($T^{\text{нов}}$ — время эксплуатации оборудования). При выпуске ΔQ единиц изделий будет потрачена доля $\Delta Q/Q^{\text{нов}}$ ресурса инновационного оборудования, и на соответствующий временной период нужно отнести пропорциональную часть капитальных затрат. Поэтому в течение периода ΔT затраты составят:

— в случае использования имеющегося на предприятии оборудования

$$TC^{\text{стар}} = c^{\text{стар}} q \Delta T + FC^{\text{стар}} \Delta T;$$

— в случае использования нового инновационного оборудования

$$TC^{\text{нов}} = b^{\text{нов}} V \frac{q \Delta T}{V T^{\text{нов}}} + c^{\text{нов}} q \Delta T + fc^{\text{нов}} V \Delta T.$$

Следовательно, новая технология будет предпочтительнее для использования по критерию минимума интегральных затрат при выполнении следующего условия:

$$\frac{b^{\text{нов}} V}{V T^{\text{нов}}} < (c^{\text{стар}} - c^{\text{нов}}) + (FC^{\text{стар}} - fc^{\text{нов}} V)/q.$$

Наряду с продолжением использования старого оборудования и приобретением инновационного следует рассмотреть еще одну альтернативу — модернизацию давно эксплуатируемого оборудования. Определим для нее параметры модели: усредненные прямые издержки $c^{\text{мод}}$, постоянные удельные издержки, связанные с содержанием оборудования $fc^{\text{мод}}$, величину капитальных затрат $I^{\text{мод}} = b^{\text{мод}} V$, где $b^{\text{мод}}$ — фондоемкость технологии. Будем предполагать, что модернизированное оборудование может использоваться только до окончания времени производства технологически устаревших изделий РКТ, т. е. ΔT . В этом случае суммарные затраты составят

$$TC^{\text{мод}}(\Delta Q) = b^{\text{мод}} V + c^{\text{мод}} q \Delta T + fc^{\text{мод}} V \Delta T.$$

Модернизация окажется выгоднее приобретения нового инновационного оборудования при выполнении следующего условия:

$$\frac{b^{\text{мод}} V}{q \Delta T} < \frac{b^{\text{нов}} V}{V T^{\text{нов}}} - (c^{\text{мод}} - c^{\text{нов}}) - (fc^{\text{мод}} - fc^{\text{нов}}) V/q.$$

Аналогичным образом можно сравнить продолжение эксплуатации имеющегося на предприятии оборудования и его модернизацию. Используя предложенный инструментарий в условиях неопределенности и риска [4], рационально действующее и грамотное руководство предприятия сможет выбрать наименее затратную и наиболее эффективную из трех рассмотренных альтернатив. Но наибольший интерес и значимость представляет научно обоснованный выбор между приобретением нового инновационного оборудования и модернизацией имеющегося, т. е. сравнение консервативного и радикального вариантов технического перевооружения предприятий ракетно-космической промышленности.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-06-00018-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батьковский М. А., Кравчук П. В., Хрусталева О. Е. Моделирование финансовой устойчивости предприятий ракетно-космического комплекса. — Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, 2017, № 7, с. 989–1002.
2. Славянов А. С., Хрусталева Ю. Е. Факторный анализ внешней и внутренней среды наукоемкого предприятия на примере отечественной ракетно-космической промышленности. — Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, 2017, № 8, с. 742–761.
3. Багриновский К. А., Никонова А. А., Соколов Н. А. Методы технологической трансформации производственной системы. — Экономика и математические методы, 2016, т. 52, № 1, с. 3–19.
4. Лавринов Г. А., Хрусталева Е. Ю., Хрусталева О. Е. Инструментарий оценки и снижения рисков при формировании планов создания ракетно-космической техники. — Экономика и математические методы, 2017, т. 53, № 4, с. 54–61.