

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Ольга Владимировна Грицкевич*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (383)361-07-31, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

В статье рассматриваются методы прогнозирования жизненного цикла и развития технических систем, их особенности, преимущества и недостатки, а также области применения. Рассмотрены ограничения методов прогнозирования и возможности сочетания качественных и количественных характеристик прогноза.

**Ключевые слова:** техническая система, прогнозирование, метод, жизненный цикл, ограничения, прогнозный горизонт.

## FORECASTING THE LIFE CYCLE OF TECHNICAL SYSTEMS

*Olga V. Gritskevich*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special-Purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)361-07-31, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

This article discusses the methods of forecasting the life cycle and development of technical systems, their features, advantages and disadvantages, as well as applications. The limitations of forecasting methods and the possibility of combining qualitative and quantitative characteristics of the forecast are considered.

**Key words:** technical system, forecasting, method, life cycle, constraints, forecast horizon.

Предприятиям приборостроения приходится регулярно корректировать свою производственную программу, ориентируясь на новые технические достижения. Причинами этого являются проблемы, которые создаются все время возрастающими темпами НТП [1, 2]. В силу этого сокращается жизненный цикл многих технических систем. Они морально устаревают уже на начальной стадии их эксплуатации. Любая техническая система, созданная человеком, теряет свои первоначальные свойства, изнашивается в процессе использования или устаревают морально и перестают удовлетворять все время возрастающим требованиям [3].

Для определения новых направлений развития технических систем необходимо прогнозировать продолжительность их жизненного цикла. При этом нужно учитывать, что устаревшие технологии уменьшают возможности производства. В данных условиях одной из основных целей предприятий приборостроения является их структурное реформирование в направлениях обновления, модернизации и технического перевооружения всех составляющих производственного потенциала. Это необходимо для того, чтобы повысить эффективность

использования ресурсов, укрепить финансово-экономическое состояние и повысить уровень конкурентоспособности предприятий на внутреннем и внешнем рынках. Данные направления реализуются с помощью внедрения инноваций [4].

Для того, чтобы комплексно оценить эффективность инновационного процесса необходимо учитывать все возникающие эффекты на каждой стадии жизненного цикла технических систем. Положения фундаментальной экономической теории, которые были представлены в трудах отечественных и зарубежных ученых, таких как И. Ансофф, И. Бланк, Е. И. Евенко, Д. С. Львов, Н. Д. Кондратьев, В. Н. Лившиц, М. Миллер, Ф. Модильяни, В. В. Новожилов, Й. Шумпетер, Т. С. Хачатуров, Ю. В. Яковец легли в основу методологии управления инновационным развитием предприятий реального сектора экономики.

Целью данного исследования является систематизация информации по прогнозированию жизненного цикла технических систем, выбор оптимального метода прогнозирования, позволяющего наиболее точно составить прогноз на определенный прогнозный горизонт в условиях ограничений со стороны факторов внешнего и внутреннего воздействия.

К задачам, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, относятся:

- систематизация информации по существующим методам, которые применяются для прогнозирования жизненного цикла технических систем, выявление их преимуществ, недостатков и областей применения;

- выбор метода прогнозирования, который может быть использован в условиях нестабильных, разнообразных внешних факторов с учетом различных ограничений;

- исследование возможностей сочетания качественных и количественных методов при составлении прогноза продолжительности жизненного цикла технических систем для заданного прогнозного горизонта.

Интервал времени, начиная от возникновения идеи о создании, до утилизации, называется жизненным циклом технической системы. Параметры технических систем, установленные в технических требованиях, можно поддерживать в течение определенного срока времени, который будет являться предельным сроком их службы. По окончании данного срока технические системы находятся в изношенном состоянии, после чего они должны быть утилизированы. Кроме этого, необходимо учитывать их моральный износ. Для дальнейшего воспроизводства технических систем нужно прогнозирование их развития.

Методы научно-технического прогнозирования продолжительности жизненного цикла технических систем делятся на три большие группы. К первой группе относятся экстраполяционные методы: динамическое экстраполирование (динамическая экстраполяция переменных) и статическое экстраполирование (экстраполяция зависимых переменных и экстраполяция по огибающим кривым). Особенностью данных методов является то, что прогноз составляется исходя из статистических тенденций изменения количественных параметров технической системы. К преимуществам данных методов можно отнести их

простоту в применении и наличие хорошо известных алгоритмов. Данные методы относятся к объективным и позволяют определять динамику развития на достаточно большой прогнозный горизонт. К недостаткам методов относится то, что они применимы при наличии большого объема статистической информации о технических системах, являющихся объектом прогнозирования. Кроме этого ограничением данных методов является то, что они не учитывают скачкообразные изменения во внешней среде, происходящие в процессе жизненного цикла [5–7].

Ко второй группе известных методов прогнозирования относятся экспертные, которые в свою очередь делятся на индивидуальные экспертные оценки (метод «интервью» и аналитические экспертные оценки) и коллективные экспертные оценки (метод «комиссий», «мозговой штурм», метод «Дельфы» и др.). Особенность этих методов заключается в том, что всю информацию о будущем жизненного цикла технических систем получают от экспертов, которые являются специалистами в данной области науки и техники. К преимуществам экспертных методов прогнозирования следует отнести маленькую трудоемкость и высокую точность экспертных оценок. Благодаря анонимности при организации проведения экспертиз устраняется давление авторитетов. Основными недостатками данных методов является субъективизм и ошибки экспертов при составлении прогноза жизненного цикла технических систем [8].

Третьей группой методов научно-технического прогнозирования являются методы моделирования, включающие в себя логические модели (исторические аналогии и метод сценариев), информационные модели (анализ патентной информации и модели потоков научных публикаций) и математические модели (экономико-математические и статистические). При этом логические модели в совокупности с экспертными методами представляют собой комплексные методы научно-технического прогнозирования. Особенности «модельных» методов прогнозирования в том, что в их основе лежат идеализированные представления о характеристиках технических систем. К преимуществам данных методов относится то, что все они, кроме математических методов, могут использоваться для анализа переходных процессов. Недостатками методов являются высокая стоимость и трудоемкость разработки моделей и невозможность получить от них полную информацию о продолжительности жизненного цикла технических систем [8, 9].

Кроме перечисленных методов научно-технического прогнозирования отдельно следует выделить такие направления как стратегическое и технологическое прогнозирование. Стратегическое прогнозирование (форсайт) – это попытка прогнозировать будущее для стратегического исследования появления технологий, которые способны повысить эффективность. Под форсайтом следует понимать долгосрочный прогноз социальных и технологических процессов, основанный на экспертных методах. Технологическое прогнозирование – это предсказание будущих технических изобретений и функциональных возможностей техники. К преимуществам данных методов относится выявление глобальных тенденций развития техники и технологий. Недостатком данных методов

следует считать отсутствие конкретных параметров и количественных показателей [10–12].

Направлением прогнозирования, позволяющим разработать, как краткосрочные, так и долгосрочные прогнозы развития техники и продолжительности жизненного цикла технических систем, является «Теория решения изобретательских задач» (ТРИЗ). Одним из основополагающих положений данной теории является то, что все технические системы появляются и развиваются в соответствии с закономерностями развития технических систем. К закономерностям развития технических систем относятся основные тенденции, на основании которых можно прогнозировать возможные улучшения существующих и создание новых технических систем при стремлении к идеальной системе. Эти закономерности были получены эмпирически, в результате обработки статистических данных о патентах и технологиях.

В рамках ТРИЗ можно использовать метод прогнозирования, который наиболее эффективно отражает основные тенденции изменения жизненного цикла технических систем и развития техники – прогноз с помощью «дерева эволюции». Это графический метод, представляющий собой целостную картину развития технических систем, в которую включены все основные, уникальные и перспективные их варианты. Он позволяет охватить практически все возможные конструкции техники конкретного технического направления, что помогает отыскать новые области применения уже известных устройств, а также создавать новые устройства. Но при этом метод «дерева эволюции» не позволяет определить, какой из вариантов технической системы является более перспективным и не дает количественных значений параметров [13, 14].

На основании проведенных исследований можно сделать ряд выводов. Все перечисленные выше методы возможно использовать для прогнозирования жизненного цикла и развития технических систем с разной степенью достоверности и применимости. Традиционные методы научно-технического прогнозирования применяются достаточно часто с учетом преимуществ и недостатков каждого из них. Метод «форсайта» мало применим для прогнозирования технических систем. Метод «дерева эволюции» позволяет эффективно прогнозировать развитие технических систем, но не дает каких-либо количественных характеристик. Следовательно, наиболее точный прогноз можно получить при сочетании ряда перечисленных методов. Применимость методов должна определяться целями прогноза, прогнозным горизонтом, а также ограничениями со стороны факторов внешнего и внутреннего окружения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матясов А. Ю., Шабурова А. В. Инновационные процессы развития производственного предприятия // Интерэкспо ГЕО-Сибирь : XIV Междунар. науч. конгр., 23-27 апр. 2018 г. ; Магистерская научная сессия "Первые шаги в науке" : сб. материалов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 11–18.

2. Грицкевич О. В., Чуйко А.Н. Разработка методики осуществления координации при внедрении новых технических систем // Интергеоэкспо ГЕО-Сибирь – 2017. XIII Междунар.

науч. конгр., 19-21 апреля 2017 г., Новосибирск :Междунар. науч. конф. «Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». – Новосибирск: СГУГиТ. – 2017. – Т. 9 № 1, С. 63–66.

3. Грицкевич О. В., Ушакова Е. О. Исследование направлений снижения времени на предпроизводственную стадию жизненного цикла технических систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь : XIV Междунар. науч. конгр., 23-27 апр. 2018 г., Новосибирск ;Междунар. науч. конф. "СибОптика-2018" : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – Т. 1. – С. 33-36 .

4. Детковский С. С., Грицкевич О. В. Особенность и необходимость внедрения инноваций на промышленных предприятиях // Актуальные проблемы оптотехники : сб. материалов Нац. науч.-техн. конф., 22 окт. 2018 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 21–24.

5. Айрапетян В. С., Куриленко Г. А. Прогнозирование циклического ресурса бездефектных (без начальных трещин) деталей // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016 : XII Междунар науч. конгр., 18-22 апр. 2016 г., Новосибирск ;Междунар. науч. конф. "Специальные вопросы фотоники: Наука. Оборона. Безопасность": сб. материалов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 49–55.

6. Карпик А. П., Новоселов Ю. А., Рычков А. В. Разработка методики качественной и количественной оценки кадастровой информации // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 137–142.

7. Фунг Б. В., Данг М. Х., Гаврюшин С. С. Разработка математической модели для процесса управления жизненным циклом многопильного станка нового типа // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2017.– № 2. – С. 87–109.

8. Мадера А. Г. Риски и шансы: Неопределенность, прогнозирование и оценка. – М. : Красанд, 2014. – 448 с.

9. Яковлев К. А. Анализ основных задач управления на всех этапах жизненного цикла комплекса транспортно-технологических машин // Системы управления и информационные технологии.– 34 (2008). – № 4. – С. 99–103.

10. Воронов Ю. П. Форсайт как инструмент / под. ред. В. И. Сулова. – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2010. – 212 с.

11. Леонтьев С. К., Губинский А. М. Технологическое прогнозирование и планирование: российский и зарубежный опыт, перспективы для отечественного оборонно-промышленного комплекса. – М. : Моск.университета, 2014. – 248 с.

12. Никифоров А. Д., Ковшов А. Н., Схиртладзе А. Г. Теоретические основы прогнозирования в технике и технологии. – М. : Высшая школа, 2010. – 519 с.

13. Горев П. М. Научное творчество. Практическое руководство по развитию креативного мышления. Методы и приемы ТРИЗ. – М. : Либроком, 2014. – 376 с.

14. Орлов М. А. Азбука ТРИЗ. Основы изобретательного мышления. – М. : Солон-Пресс, 2016. – 373 с.

© О. В. Грицкевич, 2019