

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1927 ГОДА

СТАНДАРТЫ ВСЕГДА ПЕРВЫЙ! WWW.RIA-STK.RU И КАЧЕСТВО

СПЕЦВЫПУСК / 2024



АДЛЕРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ: НЕПРЕРЫВНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВСЕХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА:
КАКИМ ОН
МОЖЕТ БЫТЬ?

ДОСТИЖЕНИЕ КОНСЕНСУСА
В ТЕХНИЧЕСКОМ КОМИТЕТЕ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ
МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ
ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СМК



Ежемесячный журнал для специалистов
по стандартизации и управлению качеством

Ключевые партнеры



Комитет по техническому регулированию, стандартизации и контролю качества продукции

Комитет по промышленной политике в техническом регулировании Российского союза промышленников и предпринимателей

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РИА «СТАНДАРТЫ И КАЧЕСТВО» И ЖУРНАЛ «СТАНДАРТЫ И КАЧЕСТВО» — ЛАУРЕАТЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНКУРСОВ



Национальное агентство развития квалификаций



- 2 *Оргкомитет адлеровских чтений*
От эпохи знаний к эпохе любви
- 3 *Ю.П. Адлер*
Цель бизнеса — знания, а не деньги
- 4 *Ю.П. Адлер*
Обращение У.Э. Деминга к участникам конференции «Мировой опыт — экономике СССР», Москва, 19 ноября 1991 г.
- 5 *Г.П. Воронин*
Несколько слов о Ю.П. Адлере
- 6 *Н.Г. Томсон, В.Л. Шпер, В.Н. Козловский, А.С. Яковлева, А.Ю. Рогаткин, Э.В. Кондратьев, М.И. Розно*
«Юрий Павлович — это ЯВЛЕНИЕ...»
- 10 *В.А. Лapidус*
Благородство и эффективность
- 11 **РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ
КОНФЕРЕНЦИИ
«АДЛЕРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ»**
- 14 *В.Л. Шпер, В.Ю. Смелов, Е.И. Хунузиди*
От идеала к совершенству
- 22 *С.А. Иванова, Н.А. Митрофанов, И.К. Мухина*
Менеджмент XXI века: каким он может быть?
- 28 *С.Я. Гродзенский*
Из истории появления вейбулловского распределения
- 32 *И.З. Аронов, О.В. Максимова*
Искусство создавать модели: достижение консенсуса в техническом комитете по стандартизации
- 40 *Р.Г. Кажлаев, Т.П. Плутагарь, М.С. Пугачев, В.А. Копытов, И.С. Майданов, И.В. Гадолина*
Контроль качества композитных образцов при испытаниях на статику и усталость
- 46 *Р.И. Zaynetdinov*
Accelerating innovation:
in industry through a synergic approach
- 50 *Н.В. Ващенко, А.А. Лятифов*
Внедрение современных методов проведения внутреннего аудита СМК на примере метрологической лаборатории нефтегазового сектора
- 55 *О.В. Максимова, А.Е. Кухта*
Об особенностях сравнения динамических рядов параметров хода роста сосны обыкновенной в разных типах местообитаний
- 62 *С.А. Шереметьева*
Модель цикла PDCA — основа новых методологий управления качеством
- 70 *В.Н. Клячкин*
Многомерный статистический контроль процессов
- 82 *С.И. Логунов*
Теория и практика бережливого производства: бережливая компания в небережливой среде
- 88 *Э.В. Кондратьев*
Вызовы и возможности современного наставничества
- 92 *О.М. Розенталь*
Качество даров природы: бесспорное и спорное
- 94 *Е.Г. Маркушина*
Четыре неудобных вопроса о качестве
- 99 *А.Н. Райков*
Мудрейший Юрий Адлер

От эпохи знаний к эпохе любви

Для каждого из нас Юрий Павлович Адлер был Учителем и примером во всём, эталоном человека, тем, к кому можно было прийти с любым вопросом, и он никогда не оставлял нас без ответов. И каждый ответ был развёрнутый, полный, с интересными примерами. Нельзя было не только не понять, но и забыть сказанное. Мы были уверены, что он знает ВСЁ! Юрий Павлович обладал уникальным талантом преподавателя, мудростью Учителя и был классическим профессором во всём, что было с ним связано. Он был открыт для всех, и с первой встречи очаровывал и влюблял в себя тех, с кем его сводила жизнь. У многих эта любовь оставалась навсегда, и жива до сих пор, хотя его уже с нами нет.

Юрий Павлович был просветителем и гуманистом. Он верил и своим примером демонстрировал, что именно знания могут и должны сделать мир лучше. Часто Юрий Павлович говорил: «Всё знать невозможно. Но это не значит, что к этому нельзя стремиться!» Он не раз говорил, что «на смену информационной эпохе придёт эпоха знаний, именно этот глобальный переход мы сейчас переживаем».

Нам повезло — мы провели с ним немало времени, имели возможность задавать ему вопросы и обсудить множество тем. Мы постоянно у него учились, пытались хоть немного соответствовать его личным стандартам, следовать за ним. Но теперь мы понимаем, что его нет, а на многие вопросы мы без Юрия Павловича не можем найти ответы...

Перечислить все области человеческих знаний, в которых Юрий Павлович был одним из лучших, а где-то лучшим экспертом, в принципе невозможно. Но он сам область своих интересов определял как менеджмент качества в широком смысле, что включает и культуру, и религию, и науку... В основе всего для Юрия Павловича всегда был человек! Именно любовь к людям он считал главным условием успеха любой деятельности, особенно бизнеса.

Сегодня мы пытаемся сохранять и развивать наследие Юрия Павловича, в том числе проводя «Адлеровские чтения». Наш Учитель не оставил нам прямых указаний о том, что делать с его наследием. Но он сказал, что делать категорически нельзя! Речь о запрете зарабатывать на его имени. Поэтому данная конференция проводится бесплатно для всех участников. Расходы по организации берёт на себя отчасти НИТУ МИСиС. Остальное решается силами его учеников и последователей. Свой вклад вносит и супруга Юрия Павловича — Галина Андреевна Адлер, за что мы ей бесконечно благодарны!

ОРГКОМИТЕТ АДЛЕРОВСКИХ ЧТЕНИЙ:

В.А. Филичкина, заведующая кафедрой сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСиС, доцент, к.х.н.,

В.Л. Шпер, доцент кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСиС, к.т.н., действительный член (академик) Академии проблем качества, старший член ASQ, почетный член ENBIS, член ASA и МГПК,

Т.М. Полховская, профессор кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСиС, к.ф.-м.н., академик АПК, член МГПК,

Е.И. Хунузиди, руководитель отдела по обеспечению качества ООО «АтомТехноТест», доцент кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСиС, к.т.н., член МГПК,

В.Ю. Смелов, технический директор «ГПБ Комплект» (АО), доцент кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСиС, к.т.н.

Цель бизнеса — знания, а не деньги



Знания создают деньги. Обратное неверно... Знаниям, как говорил доктор Деминг, нет замены. На основе знаний, с одной стороны, можно совершенствовать существующее производство, а с другой — создавать инновации — основу производства будущего. Накопление знаний и углубление понимания гораздо важнее, чем, собственно, улучшение процесса. Скоропалительные улучшения без понимания вообще опасны. Бизнес-процесс можно менять лишь при полном понимании всеми членами команды, почему именно мы действуем именно так, а не иначе. Тогда не понадобятся дополнительные усилия для внедрения перемен и их закрепления.

Источник и носитель знаний — это человек, поэтому он — главное действующее лицо в бизнесе. Важно создать условия, при которых он сможет проявить себя как можно полнее. Знания рождаются при переменах и при сравнениях. Перемены создают основу для совершенствования. Поэтому важно интенсифицировать перемены.



Ю.П. Адлер,

12.05.1937–12.11.2020 гг.,

к.т.н., заслуженный профессор НИТУ МИСИС

(посмертно), почетный президент Международной гильдии профессионалов качества



ОБРАЩЕНИЕ У.Э. ДЕМИНГА

К УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ «МИРОВОЙ ОПЫТ — ЭКОНОМИКЕ СССР»

Москва, 19 ноября 1991 г.

Обращение доктора Деминга к российским коллегам, которое так и осталось единственным, стало данью уважения гуру к их достижениям и свидетельством его убежденности в перспективах развития нашей страны по пути качества. На момент проведения конференции Демингу исполнился 91 год, и он не смог присутствовать на ней лично, поэтому его обращение было зачитано Питером Шолтесом, которого считают одним из лучших идеологов лидерства и командной работы.



Ю.П. Адлер посчитал своим долгом перевести текст выступления Шолтеса на русский язык и опубликовать в журнале «Курс на качество», что и было сделано уже в начале 1992 г. В дальнейшем по инициативе Ю.П. Адлера это выступление (с незначительными купюрами) было вновь опубликовано в октябре 2020 г. в журнале «Методы менеджмента качества» в материале, посвященном 120-летию со дня рождения доктора Деминга.

Вот, что просил зачитать доктор Деминг.

Люди в мире уже больше не изолированы друг от друга. Информация не знает границ. Люди делают сравнения.

Для того чтобы повысить уровень жизни не только в духовном, но и в материальном плане, люди должны торговать между собой товарами и услугами. Торговля носит двусторонний характер. Прежде чем общество сможет что-либо импортировать, оно должно что-либо экспортировать взамен.

Сегодня практически все товары могут иметь рынки сбыта по всему миру. Точно так же они могут поставляться из любой точки на планете. У меня в руке — крошечные часы. На них — следующая надпись: «Собрано в Китае из швейцарских частей, произведено в Гонконге».

Ни у одной страны нет необходимости быть бедной. Япония не богата природными ресурсами — всего лишь водные ресурсы: ни железа, ни угля в значительных объемах, даже древесины для строительства нет. И в то же время Япония сегодня является одной из самых богатых стран.

Япония добилась своего экономическое взлета на основе хорошего менеджмента. В 1950 г. высшее звено менеджеров Японии научилось думать о стране в целом как о системе, каждый компонент которой является определенным вкладом в комплексное развитие. Каждый компонент оценивается не на основе признаков по принципу конкурирования, а на основе его вклада в систему в целом.

При хорошем менеджменте каждый получает от работы удовольствие. Каждый понимает, что другие люди на последующих стадиях зависят от него. Он, в свою очередь, зависит от предыдущих. Эти принципы применимы в сельском хозяйстве, в образовании, государственном управлении, иными словами — во всех отраслях промышленности, производства и сферы обслуживания.

Качество и сильная конкурентоспособность являются неизбежными последствиями хорошего менеджмента.

Несколько слов о Ю.П. Адлере

Мы были знакомы с конца 80-х – начала 90-х годов и часто пересекались на различного рода конференциях и семинарах. С Адлером всегда было интересно обсудить что-то важное. Можно было бы вспомнить многое, но здесь я остановлюсь лишь на одной ситуации. В 2009 году в очередной раз началось обсуждение национальной доктрины в области качества. Конечно же, Ю.П. Адлер с его энциклопедическими знаниями в области науки и культуры не мог остаться в стороне от этой затеи. И он написал статью «Птица Феникс российского качества», опубликованную в журнале «Стандарты и качество» в 2009 году. В ней Адлер изложил свое видение идеи качества как связующего звена, вектора развития, даже идеологии для всего общества. Он рассматривал строительство страны на основе идеи качества «...в широком смысле слова: качества жизни, качества окружающей среды, качества для грядущих поколений», как процесс, начинающийся с самого верха, после чего главной задачей государства должно стать создание отношений доверия в обществе, для чего государство «...должно вести открытый и честный диалог с обществом по всем острым вопросам, на которые жизнь никогда не скупится». Не буду пересказывать все идеи этой статьи, но есть один вопрос, который я давно задаю себе: почему доктору Демингу удалось увлечь Америку идеей качества, а профессору Адлеру (и всем нам) — нет? В конце концов я пришел к простому ответу: увы, это проблема случайного стечения обстоятельств. В 80-х годах прошлого века в США сложились обстоятельства, способствовавшие увлечению идеей качества, что вкупе с Демингом и его японским опытом привело к синергетическому эффекту влияния на общество. К сожалению, подобных внешних обстоятельств в нашей стране не случилось ни в 90-х, ни в конце нулевых. Это не значит, что деятельность Ю.П. Адлера была неуспешной. Ни в коем случае! Он получил всеобщее признание на пространстве всего бывшего СССР и стран Восточной Европы, воспитал множество прекрасных специалистов, у него много последователей и поклонников. Ему не удалось выполнить лишь одну сверхзадачу — увлечь своими идеями всю страну. Будем надеяться, что эту задачу удастся выполнить в будущем кому-то из его учеников, если нужные для этого внешние обстоятельства окажутся благоприятными.



Г.П. Воронин,

профессор, главный редактор журнала
«Стандарты и качество»,
президент Всероссийской организации качества,
действительный государственный советник
Российской Федерации 1 класса



«Юрий Павлович — это ЯВЛЕНИЕ...»

12 ноября 2020 года, во Всемирный день качества, ушел из жизни Юрий Павлович Адлер, крупнейший ученый, просветитель и педагог в области качества и статистики, признанный гуру как в России, так и за ее пределами. Когда понимаешь необратимость ухода из жизни такого Человека, необходимо оценить масштаб и особенности его наследия. Конференция «Адлеровские чтения» посвящена памяти профессора Адлера, проходит по инициативе Национального исследовательского технологического университета «МИСИС» (НИТУ МИСИС). Ученики и коллеги Ю.П. Адлера — члены международного сообщества качества — поделились своими историями о нем.

Н.Г. Томсон,
Председатель
Совета директоров РИА
«Стандарты и качество»:



— Мое первое знакомство с Юрием Павловичем было заочным. На третьем курсе института мы изучали предмет «Планирование эксперимента». Вместо несуществующих учебников нам посоветовали книгу автора со странной фамилией Адлер. Я ее запомнила из-за ассоциации с одноименным южным городом. Прошло много лет, я пришла на работу в РИА «Стандарты и качество», и во время одной из первых моих встреч с экспертами по качеству было уже личное знакомство с Юрием Павловичем. Он был не только автором наших журналов, но и просветителем в сфере качества, для большинства из нас Учителем, коим и останется навсегда в наших умах. И в сердцах, конечно же.

Юрий Павлович для России был первооткрывателем качества. Он познакомил наших читателей с функцией структурирования качества, никогда не забывал о любимых им статистических методах, много раз обращался к учению великого Эдвардса Деминга.

Мы вместе с ним бывали в деловых поездках по разным странам. Помню мою первую командировку на конгресс по качеству в Израиль в се-

редине 90-х. Юрий Павлович, Людмила Антоновна Конарева (один из лучших в России экспертов по качеству) и я всю ночь проговорили в его номере, обсуждая будущее качества в России. Юрий Павлович был, в хорошем смысле этого слова, идеалист. Он объяснял нам, как должны выстраиваться взаимоотношения между руководством компании и ее сотрудниками, между собственниками и руководством, между государством и собственниками. Не всё, что он советовал, и не всегда укладывалось в рамки Трудового кодекса. Мы с ним спорили, но в душе понимали, что бизнес, основанный на приказах и наказаниях, без необходимой мотивации для сотрудников долго не протянет.

Его труды знали во многих странах. Помню, на форуме в Японии к нему сразу же устремились его иностранные коллеги, занимающиеся статистическими методами. Нам довелось общаться и с легендами качества мирового уровня. На конгрессе в США мы с Юрием Павловичем наблюдали, как к почти 100-летнему Джозефу Джурану выстроилась огромная очередь подписать продаваемый там многотомник знаменитого гуру. Мы тогда эти книги не купили — тяжело везти такой груз из США в Россию. Но зато с помощью Юрия Павловича подписали с Американской ассоциацией качества контракт на издание их трудов на русском языке. Еще помню, как в Берлине я, Юрий Павлович и Зигмунд Блувбанд (президент Израильского

общества по качеству) втроем брали интервью у знаменитого японца Генити Тагути. Мы ожидали услышать что-то о робастном подходе к формированию качества, а тот стал озвучивать волнующие его проблемы старения населения и выживания пенсионных фондов. Как далеки мы тогда были от этого, но все-таки через годы Россия с этим столкнулась. Это еще раз доказывает, что значение качества непреходяще и вездесуще.

Юрий Павлович был человеком скромным, мирным, никогда ни с кем не ссорился, выслушивал чужую точку зрения, но оставался при своей, не обижая своего визави. И еще он обладал энциклопедическими знаниями. Я всегда удивлялась тому, что о чем бы мы с ним ни говорили, он имел об этом свое мнение, основанное на знаниях. У него была великолепная память, память шахматиста. И еще он много понимал в искусстве и живописи. Знал названия многих икон. Я ему бесконечно благодарна за то, что он познакомил меня с творчеством предшественников малых голландцев — Питера Брейгеля Старшего и его сына. Это произошло в картинной галерее Будапешта. Сейчас, когда я путешествую, всегда стараюсь выяснить, в каких музеях есть созвучные моей душе картины этих мастеров. Я на них смотрю и вспоминаю Юрия Павловича.

Юрий Павлович Адлер — Учитель с большой буквы, человек, подаривший России качество!

В.Л. Шпер,
доцент НИТУ МИСИС,
академик Академии
проблем качества:



— 12 ноября человечество потеряло Юрия Павловича Адлера — Великого Учителя, Настоящего Ученого, Человека с большой буквы во всех смыслах этих слов. Всю свою жизнь Юрий Павлович учился сам и учил всех, кто так или иначе с ним соприкасался, причем учил примером и своим мягким, всегда доброжелательным отношением. Он был признанным неформальным лидером в области качества для России и всех стран Восточной Европы и, как истинный лидер, всегда смотрел вперед, видел дальше других и вел за собой. Именно Юрий Павлович

открыл для русскоязычных специалистов практически все современные методы и инструменты качества, новые подходы в менеджменте, современные методы анализа и обработки данных. Юрий Павлович кардинально изменил жизнь очень многих коллег, наших общих друзей и знакомых, в том числе и мою собственную. Лучшее, что мы теперь можем сделать в память об Учителе, — развивать его идеи и продолжать начатые им дела.

В.Н. Козловский,
заведующий кафедрой
СамГТУ:



— Юрий Павлович Адлер с самого начала стал одним из первых и наиболее ярких выразителей эпохи менеджмента качества в нашей стране. Во многом именно он создал идеальный образ науки о качестве и заложил в нас высокое отношение к трудам Э. Деминга как главного теоретика качества XX века. Благодаря Юрию Павловичу мы все жадно вгрызаемся в проблемы, связанные с улучшением качества, и счастливы от совместно совершаемых открытий.

А.С. Яковлева,
руководитель группы развития
бизнес-процессов ООО «ЦОМ «МОСТ-1»,
аспирант кафедры САК НИТУ МИСИС:

— На момент первой встречи с Юрием Павловичем я была в замешательстве: в своей работе я руководствовалась лучшими российскими практиками, но дела не ладились. Юрий Павлович выслушал меня и сказал, как мне кажется, главное: «Вы упускаете самое важное — любовь. Нужно любить своих сотрудников, любить людей, с которыми ты работаешь». И это помогло. Наверное, это была одна из его особенных черт. Он действительно следовал этому правилу. Любил студентов, с которыми сталкивался в преподавательской деятельности. Не просто читал лекции и проводил семинары по определенным предметам, а учил всему, что знал и умел сам, говорил о том, как важно найти в жизни свое любимое дело. Своим примером



показывал, как важно не отклоняться от своего пути под гнетом обстоятельств. И, делясь мудростью, помогал молодым специалистам найти свое призвание.

А.Ю. Рогаткин,
главный редактор
журнала «Методы
менеджмента качества»:



— Однажды, когда мы с Юрием Павловичем готовили к публикации одну из его статей, он предложил: *«Давайте везде, где это возможно, уберем из текста слово «является». Думаю, явление — это нечто божественное, и это слово не слишком подходит для описания человеческих задач»*. Безусловно, с такой точки зрения сам Юрий Павлович — это Явление, что выражается не только в его огромном вкладе в науку и обширном творческом наследии. Главное — масштаб Личности Юрия Павловича, его качества Человека и Учителя, по достоинству ценимые всеми, кому хотя бы единожды посчастливилось с ним соприкоснуться. Представляется, что Юрию Павловичу как нельзя лучше подходят слова Монтеня: *«Умение достойно проявить себя в своей природной сущности есть признак совершенства и качество почти божественное»*.

Э.В. Кондратьев,
профессор ПГУАС,
академик Академии
проблем качества:



— Был свежий весенний пиратский денек, когда на одной из встреч «Лин-форума» меня познакомили с Юрием Павловичем Адлером. В тот раз мы лишь обменялись рукопожатиями и взглядами. Меня поразили этот светлый во всех отношениях человек, от которого ощутимо исходила энергия доброжелательности и принятия. А впервые содержательно поговорить о современном менеджменте нам удалось в 2016 г. на первом Конгрессе производительности в Нижнем Новгороде, где Юрий Павлович выступил с докладом «Бережливое производство

с человеческим лицом». Возможно, это и стало центральной идеей нашей последующей синергии. В то время я уже был доктором наук, и тем не менее было очень естественно принять Юрия Павловича как учителя и даже как духовного наставника.

В 2015–2016 гг. бережливое производство постепенно завоевывало умы российских менеджеров, и Юрий Павлович при содействии Николая Сергеевича Круглова помог открыть в Академии проблем качества отделение «Бережливое производство и бережливое управление». В этот период благодаря творческому симбиозу появляется несколько очень важных системных тезисов. В статье «Что мешает нам насладиться преимуществами бережливого производства?» Юрий Павлович явно указал на ограниченность таких подходов, как управление по целям, система сбалансированных показателей и даже хосин канри (развертывание политики). Затем появилась его статья «Учиться, учиться и любить учиться», в которой были показаны важнейшие отличия образования и обучения на рабочем месте, роль наставников в воспроизводстве знаний компании.

Вот фрагмент одного из последних писем Юрия Павловича: *«Принципиально важно, чтобы обучение было направлено не на повышение в конечном счете производительности труда сотрудника, тем более что мы не умеем ее измерить, а на расширение его возможностей, улучшения его интеллектуальной жизни, на заботу именно о нем, а не об организации и не о данном конкретном менеджменте-благодетеле... На обучение и на поощрение образования имеет смысл тратить все или почти все свободные в данный момент средства»*. Искренняя любовь к людям — вот что пронизывает все труды и, как мне видится, всю жизнь Юрия Павловича. Любовь, которая больше, чем уважение и доверие, поднятые на флаг лидеров бережливого производства в России.

Понимая необходимость дальнейших исследований в этой области, Юрий Павлович поддерживал идею синергетического менеджмента. На его взгляд, это направление способно помочь современному менеджменту раскрыть системный подход в синергии людей, процессов и управления.

К сожалению, мы успели не всё, а лишь коснулись применения в менеджменте организации резонанса, фракталлинга и эмерджентности...

Но жизнь продолжается. И теперь это наша задача — изменить ментальность менеджмента, руководствуясь искренней любовью к людям — стандартом, который задал нам Юрий Павлович Адлер!

М.И. Розно,
главный специалист
Центра «Приоритет»,
член Международной
гильдии профессионалов
качества:



— С Юрием Павловичем мы были знакомы еще с советских времен. Конечно, сначала по его книгам и статьям, а потом и лично. Несколько раз он приезжал к нам в Нижний Новгород еще в 80-х гг. и проводил семинары по линии общества «Знание». Наш коллектив, составлявший тогда отдел развития методов статистического контроля качества продукции под руководством В.А. Лapidуса, всегда присутствовал на этих семинарах. Как в выступлениях, так и в беседах с Юрием Павловичем поражало его умение просто и ясно излагать непростой материал. И его поистине энциклопедические знания. Но еще более того поражала теплота и доброжелательность его слов.

На одной из конференций 15 лет назад докладчики как бы вступили в необъявленное соревнование: кто выступит наиболее ярко, впечатляюще. В выступлениях были и красивые слайды, и остроумные цитаты, и анимации, и мини-видео сюжеты. И вот выходит Адлер. Его доклад нельзя даже назвать презентацией, это были просто мысли, тезисы и немного цитат из совершенно разных источников и эпох. А результат — это произвело на слушателей эффект гораздо больший! Люди все-таки умеют ощущать, что такое знания, что такое по-настоящему глубокие мысли.

В 1996 г. В.А. Лapidус привез из зарубежной командировки ряд руководств на английском (SPC, MSA, FMEA, APQP, PPAP), они сейчас широко известны в более поздних изданиях. А в те годы это были совершенно новые и необычные для специалистов методы и приемы работы в производстве для обеспечения безупречного качества продукции. В 1998 г. было решено создать специальный Программный комитет при Госстандарте России,

целью которого стала разработка российских стандартов — аналогов этих зарубежных методик. Юрий Павлович вошел в состав этого комитета и принял активное участие как в разработке стандартов, так и в распространении соответствующих методов на предприятиях. По-другому и быть не могло, ведь Адлеру уже несколько лет были известны как сами эти методы, так и их практическая эффективность.

На международной конференции в Алматы в 2008 г. Адлер сделал прекрасный доклад о гуманитарных аспектах качества, в котором как бы между делом заметил, что деньги — это, наверное, самый интересный инструмент из всех, что изобрели люди за многие тысячелетия. Эта мысль заставила многих задуматься, меня тоже. Это актуально и сегодня в свете продолжающейся дискуссии о качестве, полезности для потребителя и т.д. Спустя два года на конференции в Нижнем Новгороде я процитировал ту его мысль и добавил, что деньги могут также стать инструментом, который погубит человечество. Мы с Юрием Павловичем обменялись несколькими доброжелательными репликами.

Люди действительно значимые отличаются тем, что высказанные ими мысли продолжают дальше жить в других людях и побуждают их к рождению новых идей. Значимость для себя чего-то или кого-то по-настоящему большого, к сожалению, почти всегда начинаешь ощущать, когда это большое исчезает из твоей жизни. Особенно, если это было рядом и было очень доступно. Протяни руку, вот оно... Позвони или напиши, спроси, ведь это очень легко, и ты всегда уверен, что получишь ответ. И вот вдруг — этого нет. И уже никогда не будет. Ни спросить, ни просто постоять рядом, в атмосфере его доброй улыбки и внимательного взгляда...

Конечно, остались книги, статьи, остались мысли Юрия Павловича, которые будут развиваться дальше другими людьми. И останется и будет развиваться, наверное, главная его мысль: всё лучшее, что мы делаем и должны делать, служит для того, чтобы люди с меньшим трудом и затратами достигали всего, что им нужно для жизни, причем для жизни счастливой и радостной. И конечно, творческой! Ведь это и есть качество — качество жизни!



Благородство и эффективность

Сейчас, когда понимаешь необратимость ухода такого Большого Человека, каким был Юрий Павлович, из жизни, в которой мы остались, хочется понять масштаб и особенности его наследия. Несомненно, Юрий Павлович был миссионером качества, он был кем-то предназначен передать нам Послание.



12 ноября 2020 г. ушел из жизни Ю.П. Адлер — признанный гуру по качеству в России и за рубежом, профессор МИСиС, член ASQ и Европейской сети по применению статистики в промышленности, почетный президент и организатор Международной гильдии профессионалов качества.

С Юрием Павловичем нас многое связывало, и в последнее время я часто думал о наших отношениях. К сожалению, в них осталась какая-то недосказанность, мы не успели обговорить что-то очень важное. Сегодня я попробую изложить гипотезу о его миссии, которую мы не успели с ним обсудить.

Почти на поверхности лежат два качества Юрия Павловича: благородство и эффективность. Внешность, манеры, стиль, репутация — всё говорит о его благородстве; никто не написал столько книг, статей, не сделал столько переводов с различных языков, как это получилось у него, — всё это говорит о потрясающей эффективности. Благородство и эффективность, как я обнаружил, — девиз и один из главных тезисов британской монархии. Сочетание этих двух качеств воспринималось британской короной как обязательное условие долгосрочного успеха. Благородство как набор ценностей, причем ценностей, передающихся от поколения к поколению, и эффективность — свойство деятельности, которую люди осуществляют для того, чтобы реализовывать свои цели наиболее выгодным образом.

Что в этом девизе важно для современного менеджмента? Менеджмента, осуществляющего переход от авторитарных моделей управления, в которых

люди рассматривались как исполнительные элементы, к моделям, где роль работников поднимается до уровня партнерства, т.е. до уровня отношений, основанных на договорах, и, следовательно, на взаимных обязательствах и ответственности?

Здесь центральным становится вопрос о симметрии участников договоров деловых отношений. Симметрия предполагает определенное равенство сторон договора, например, в части информации и способности отвечать за нарушения договоров. Асимметрия трудовых отношений работодателя и работника очевидна. Например, сотрудник не имеет полной информации о процессах, о результатах труда, о финансах и т.п. Он не способен защищать свои права при увольнении, наказании и т.д. Не способен нести имущественную ответственность за брак, т.к. стоимость брака часто превышает его доходы. Как правило, даже при наличии мощного профсоюза работники не могут считать себя равноправными партнерами работодателю. Это порождает их отчужденность от интересов и целей организации, взращивает оппортунизм. В результате проигрывают обе стороны.

В чём состоит благородство работодателя? Работодатель, занимающий более сильную позицию, может в одностороннем порядке принять решение не пользоваться слабостями другой стороны, например, взяв риски брака на себя или снизив риски работников за счет дополнительных технических и управленческих решений, порой дорогостоящих. Работодатель может добровольно устанавливать

расценки на работу выше рыночных, если они не обеспечивают некий стандарт жизни (питание, одежда, жилье, транспорт). Он может не увольнять работника при временном отсутствии работы для последнего.

Принимая на себя более высокие обязательства, работодатель исходит из полной и равноправной ответственности сторон, при этом выполнение зафиксированных условий и обязательств договора считается обоюдоравной и симметричной ответственностью. Это как гандикап в гонках с неравными по силе участниками: гандикап выровнял их возможности и теперь они равны, победа будет отдана первому, но не самому быстрому. Таким образом, в трудовых отношениях благородство работодателя состоит в добровольном взятии на себя более высоких обязательств и ответственности, т.е. в определенном гандикапе. Благородство работника проявляется в понимании благородных действий работодателя и ответной благодарности в виде высокой лояльности, производительности и, главное, ответственности. В остальном ответственности остаются равными по сути — ответить за исполнение взятых на себя обязательств.

Термин «благородство» включает в отношении людей культурные ценности, работающие как регулятор долгосрочных отношений. Примером может служить японский опыт договоров пожизненного найма, по сути договоров обмена лояльности и эффективности труда на заботу и защиту работников от превратностей жизни. Это вариант изначально неравноправных отношений, где более сильная сторона добровольно предлагает договор, который построен на доверии и вере. Япония продемонстрировала миру пример ответственности обеих сторон: не выполнившие условий договора президенты уходили в отставку, а сотрудники увольнялись.

Однако пожизненный найм в Японии оставался эффективным, пока уровень жизни был невысок. Сейчас, при высоком уровне жизни в стране, японские эксперты говорят о потере его эффективности. Обратный пример — США, где наемные работники рассматривают себя как равные партнеры, способные с помощью профсоюза защитить свои права. Они не требуют благородства в виде добровольных более высоких обязательств работодателя. Им не нужен гандикап. Но они требуют более строгого соблюдения законов, своих прав и договоров! Они требуют честности. В любых случаях культура регулирует договоры!

Благородство стимулирует эффективность, но, к сожалению, не всегда. Более строга обратная формула: отсутствие благородства влечет за собой оппортунизм. Почти всегда. Оппортунизм как притворство, хитрость, обман — самый страшный и коварный враг эффективности, организм изнутри. Хуже только воровство.

Обсуждая тему благородства и эффективности, мы вторгаемся в вечный вопрос — неравенство людей и справедливость. Люди стремятся к социальному равенству, равенство считается формулой справедливости. Но закон Парето пока изменяется только в одну сторону: от 20% на 80% к 15% на 85% — всё меньшая часть людей владеет всё большим богатством, при этом богатство становится более символическим и всё менее осязаемым: ценные бумаги — только символ, основанный на вере. Экономисты знают, что именно неравенство делает экономику более эффективной, а усилия немногих людей способны организовывать деятельность многих. И за это немногие хотят большую долю, забирая то, что они создали организационными, предпринимательскими, изобретательскими талантами. Проигрывая в силе, уме, в организационных способностях и многом другом, более слабые люди хотят от тех немногих победителей заботы, щедрости и снисходительности. Как дети, они ждут заботы и защиты, так собаки просят заботы, даря любовь и преданность хозяевам (вам может не понравиться сравнение с собаками, но их преданность и любовь к людям заслуживают хотя бы упоминания).

Неравенство — закон природы, его нельзя изменить. Но в руках неблагородных людей оно приводит к унижению достоинств и оскорблению личностей других, обычных. Признавая тот факт, что люди неравны, никто не готов признать, что из этого следует право одних владеть другими, принимать за них решения, лишать их любви и жизни. Неравенство не касается базовых прав людей: на жизнь, на свободу, на эгоизм, на достоинство, на любовь. Здесь все равны. Благородство более сильных состоит в том, чтобы обеспечить эти права всем. Благородство неравенства — не усиливать неравенство сверх меры, отбирая у более слабых то, что лишает их жизнь основных базовых прав. Более того, благородство неравных и сильных в том, чтобы помочь другим стать сильнее, сократить дистанцию неравенства. Но благородство не должно приводить к потере эффективности как личной, так и общественной.

Быть благородным — значит быть эффективным, насколько позволяют моральные ограничения. Благородство, ведущее к бедности, недопустимо, т.к. показывает людям, что благородство наказуемо. Благородство не является ни альтернативой, ни достаточным условием для эффективности. Благородство и эффективность — системные понятия, они не статичны, они разворачиваются во времени. Закон динамики благородства и эффективности гласит: сообщества, потерявшие благородство, не обретут эффективности, а сообщества, некогда эффективные, не озабоченные сохранением благородства, утратят свою эффективность.



Однако есть проблема. Благородство — это порождение, это результат селекции. Благородство не передается через общение, через веревочные тренинги, оно формируется поколениями — это генетика. Уничтожив носителей генов благородства, вы на несколько поколений отбрасываете свое сообщество, обрекая на неэффективность несколько поколений. При любых природных богатствах недр.

Теперь про неравенство, которое всегда являлось причиной возникновения сил и движения. Существует всемирный закон: разность давлений создает ветры, заставляющие работать двигатели почти всех типов: ветровые, паровые, ДВС. Разность электрических потенциалов (не зря его синоним — напряжение) создает электрический ток и питает силой электромоторы, разность высот заставляет течь воды и работать гидроэлектростанции. Разность цен и себестоимости — двигатель бизнеса. Разность богатств обеспечивает мотивы трудиться и создавать. Различия в количестве звездочек на плечах, медалей на груди, полос на штанах генералов и маршалов, разница в длине яхт и размерах автомобилей создают мотивацию и энергию действия сытых людей. Неравенство необходимо, без него нет динамики среднего. Неравенство мотивирует, заставляет страдать, но если слабейшие могут обеспечить себе уровень жизни, достаточный для реализации их базовых прав, мы не должны им сочувствовать и тем более уравнивать их с лидерами искусственным образом. Человечество должно улыбаться снисходительно и насмешливо, слушая жалобы отстающих, но идущих и даже бегущих вперед. Однако лидеры и более успешные не должны стремиться увеличить неравенство, в том числе и прежде всего за счет их отставания. Лидеры должны понимать, что отстающие не должны терять интерес к изменению своего положения в рейтингах, измеряющих неравенство. Лидеры должны быть благородны в соревнованиях по любым шкалам неравенства.

У благородства лидеров два приема сохранить энергию движения, вызываемого неравенством: гандикапы и научение. Они предлагают стартовое преимущество, уравнивающее прежнее неравенство, чтобы состязаться за счет приложения новых усилий. Они создают всем равные стартовые возможности. Благородное общество ограничивает либо отнимает привилегии рождения, каст сословий. Соревнуйтесь. Лидеры говорят: «Мы научим вас быть сильными и успешными, мы дадим вам знания и работу» тем, кто говорит: «Нет равенства — нет справедливости». Но если нет неравенства, нет и энергии движения.

Благородство, лидерство благородства предлагают другую меру неравенства: богатство, поделенное на количество тех, за кого лидеры взяли ответственность — за членов семьи, за работников и сотрудни-

ков. Поделите выручку бизнеса на количество работников своих и партнеров, поставщиков. Это уже не миллиарды — это миллионы и сотни тысяч, и сравните со своей зарплатой. Неравенство уже не кажется столь безобразным. А теперь посмотрите на коэффициент «добавленная стоимость», деленный на численность организации, — это же мера производительности труда, а ее сравнение с зарплатой — мера неравенства.

Лидеры предлагают: «Давайте вместе поднимать производительность, и ваша зарплата будет расти вместе с производительностью!» Это тоже благородное лидерство — предложить выигрывать вместе. Но лидеры вправе сказать, что производительность будет расти быстрее. Потому что для роста производительности нужны инвестиции. Справедливость не в выравнивании доходов, справедливость в том, чтобы неравенство не унижало, а стимулировало и вдохновляло быть лучше, богаче, успешнее. В этом и есть суть формулы «Благородство и эффективность». Это «Побеждаем вместе» (Win-Win). Мы создаем равные возможности и учим; этого достаточно, чтобы неравенство было справедливым, но мы требовательные и ответственные, мы не благодущны!

Важно подчеркнуть, что благородство взаимно. И лидеры, и ведомые должны быть взаимно благородны. Благородство ведомых, тех, кому помогают и учат в умении быть благородными. Воспринимать помощь с благодарностью и рассматривать ее как инвестиции с возвратом — может быть, другим людям — но помнить об этом, хранить чувства благодарности при возможности.

Оба явления по отдельности склонны к вырождению. Благородство без эффективности может скатиться в бедность и нищету, эффективность — к аморальным действиям, разрушающим социальные системы.

Интеграция этих двух явлений — одна из важнейших задач менеджмента, требующая решений во все времена, решений, в том числе отвечающих новым знаниям, технологиям, возможностям.

P.S. Есть такая притча. Один советский журналист в ходе интервью с князем Юсуповым, проживающим в изгнании, обратился к тому со словами: «Вы, бывший князь...» Юсупов прервал журналиста вопросом: «Вот у меня в ногах лежит сенбернар. Вам не приходит в голову назвать его бывшим сенбернаром?»

В.А. Липидус,

доктор технических наук,
профессор,
генеральный директор
ООО «Центр «Приоритет»
(Нижний Новгород)

Работы участников конференции «Адлеровские чтения»





От идеала к совершенству



Многие десятилетия люди полагали, что качество — это соответствие требованиям, в частности допускам. Не так давно стало очевидно, что система должна при этом находиться в статистически управляемом состоянии. Теперь мы знаем, что и этого недостаточно. В статье рассмотрены различные возможные состояния процессов и предложены принципиальные подходы по действиям в направлении повышения их качества.

«Наша профессия неразрывна от знаний. Нельзя достичь совершенства, но это не значит, что к нему не надо стремиться. Так и со знаниями: всё знать невозможно, но это не означает, что и к этому не надо стремиться»

Ю. П. Адлер

Очень часто, задавая студентам, и не только студентам, простой на первый взгляд вопрос: «Что такое качество?», мы получаем ответ: «Соответствие

требованиям». Можно ли согласиться с этим ответом, или в нём есть нечто, вызывающее сомнения? Действительно, что в этом ответе не так? Если требования определены точно и однозначно, если определены методы и средства оценки соответствия, если имеются обученные специалисты и вся нужная документация, то никаких проблем с качеством, казалось бы, быть не должно. Однако, как это часто бывает в жизни, всё не так просто. Существует нечто уникальное, универсальное, неявное, но влияющее на всё и на всех. Имя этому явлению — вариабельность.



Ключевые слова: вариабельность, допуск, технология качества, индексы воспроизводимости процессов, методы Тагути, SPC.

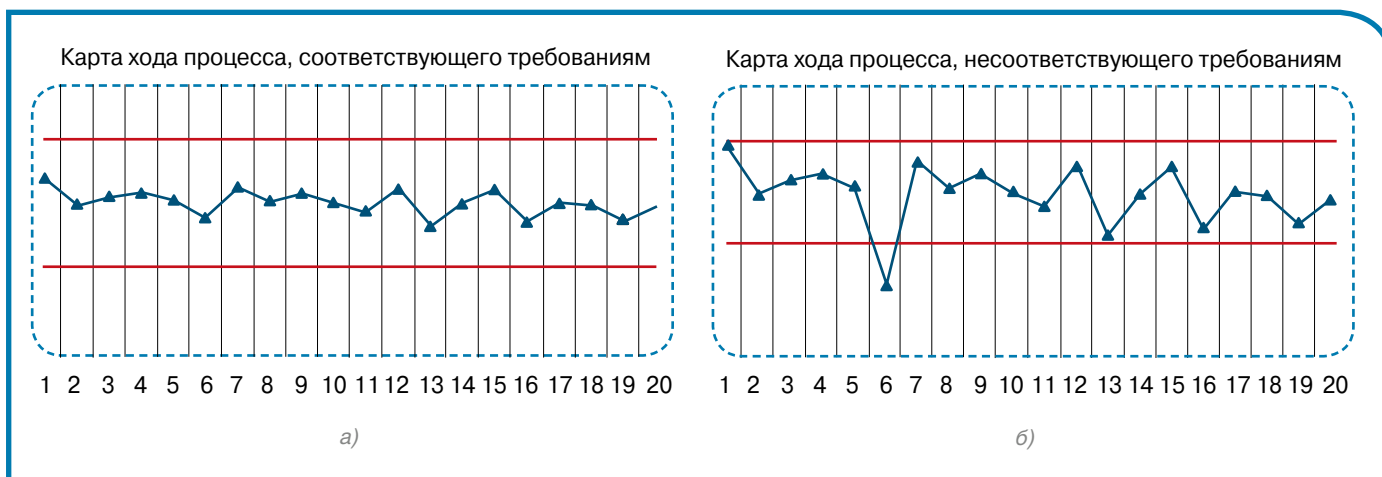


Рисунок 1. Допусковый подход: а) все значения в пределах допуска; б) имеется значение вне поля допуска

Вариабельность — не открытие сегодняшнего дня. О ней человечество знает давно. Ее объясняли как могли — начиная с воли богов и заканчивая безответственностью рабочих. Однако ее наши объяснения не интересуют: она существует и продолжает влиять на нашу повседневную жизнь. Мириться с этим никак нельзя, если мы хотим, чтобы наша жизнь улучшалась. Это понял в свое время У. Шухарт и изобрел контрольные карты, которые позже получили его имя. Контрольные карты Шухарта (ККШ) — один из самых мощных, а, может быть, даже самый мощный инструмент статистического управления процессами (SPC).

Управление — это обоснованное предвидение следствий планируемых и реализуемых действий, получение желаемых результатов благодаря принятым решениям. Но вариабельность, которой мы, как правило, управляем только частично, вмешивается и оказывает свое деструктивное влияние на выход процессов, анализу чего и посвящена данная статья.

Начнем с самого простого: результат на выходе процесса соответствует или не соответствует требованиям потребителя. Такой подход часто называют допусковым. Выглядит это примерно так (рисунок 1). Здесь и далее границы допуска мы обозначили сплошной линией красного цвета.

Вроде бы всё понятно. Так, к большому нашему сожалению, воспринимаются прежде всего производственные процессы в большинстве компаний, изготовителей той или иной продукции. Этому сильно способствует правовая система, отражающаяся в договорах. Как правило, требование ко

всем параметрам, отраженным в чертежах, — находиться в пределах указанных допусков — норма, скорее даже по умолчанию. Редко где можно встретить требования к процессам, например, в виде значений индексов воспроизводимости процессов. Еще реже в договоре есть требование к стабильности процесса. Увы, одного лишь требования удовлетворять допускам в мире, полном вариабельности, оказывается совершенно недостаточно.

Дело в том, что обеспечить соответствие выхода требованиям допуска можно различными способами. Один из способов — жесткий стопроцентный контроль (рисунок 2). Такой подход почти

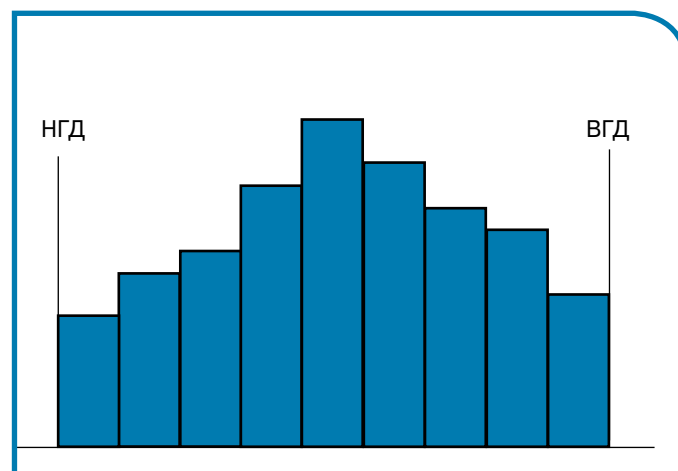


Рисунок 2. Обеспечение соответствия допуску жестким сплошным контролем



Вариабельность — не открытие сегодняшнего дня. О ней человечество знает давно. Ее объясняли как могли — начиная с воли богов и заканчивая безответственностью рабочих. Однако ее наши объяснения не интересуют

наверняка отсеивает весь брак и исключает его попадание к потребителю. Однако в жизни такой контроль может оказаться невероятно дорогим, ведь именно потребитель вынужден платить и за брак, и за контроль, и за производство запаса на всякий случай.

Такой подход был доминирующим во времена СССР, и, к сожалению, продолжает быть доминирующим на многих предприятиях и сегодня. Предъявить претензии изготовителю в принципе невозможно. Изготовитель заранее закладывает в себестоимость всевозможные затраты на все дополнительные и вынужденные, с его точки зрения, расходы. При этом платить приходится в конечном счете не только потребителю, но и обществу в целом. Это происходит путем снижения налогооблагаемой базы производителя (средства вместо налогооблагаемых доходов становятся расходами на контроль качества и устранение несоответствий, т.е. производственными расходами), роста цен, негативного влияния на окружающую среду за счет сокращения срока службы отдельно взятой продукции (менее качественная продукция, как правило, имеет меньший срок службы, что приводит к ее утилизации, и, как следствие, увеличению негативного влияния на окружающую среду) и многого другого. Такой подход устарел. И те, кто продолжают его придерживаться, наносят урон всему человечеству и планете в целом.

Благо жизнь не стоит на месте. Современный подход к экономике и качеству делает всё более популярными системно-статистическое мышление и основанный на методах SPC подход к управлению процессами.

В рамках данного подхода учитывается не только то, как выход процесса соотносится с границами поля допуска, но и то, в каком состоянии на-

ходится рассматриваемый процесс. Авторы книги [1] определили четыре возможных состояния процесса в зависимости от взаимного соотношения границ поля допуска и границ контрольных карт Шухарта (ККШ), которые, в свою очередь, определяют стабильность (статистическую управляемость) процесса.

Стабильным или статистически управляемым называется такой процесс, который, прежде всего, не имеет значений, выходящих за границы ККШ [1–3]. При этом следует понимать, что точка за пределами границ ККШ — это в общем случае не единственный признак, сигнализирующий об отсутствии стабильности (или о присутствии специальных причин и вариаций). О признаках, которые могут служить сигналами наличия специальных причин, в т.ч. и вмешательства извне, написано во многих источниках (см., например, [1, 2]).

Теперь рассмотрим сами четыре состояния из [1], которые мы упомянули выше. Однако здесь мы будем излагать их в обратном порядке, чем это сделано в первоисточнике, по причине, которая читателю станет понятна позже. Описания соответствующих состояний полностью взяты из [1], а наши комментарии там, где они требуются, даны курсивом. Здесь и далее мы изобразили центральную линию ККШ сплошной линией черного цвета, а пределы ККШ показаны черным пунктиром.

СОСТОЯНИЕ ХАОСА

Состояние хаоса возникает тогда, когда процесс статистически неуправляем и периодически производит бракованную продукцию. Потеря управляемости означает, что уровень брака в по-

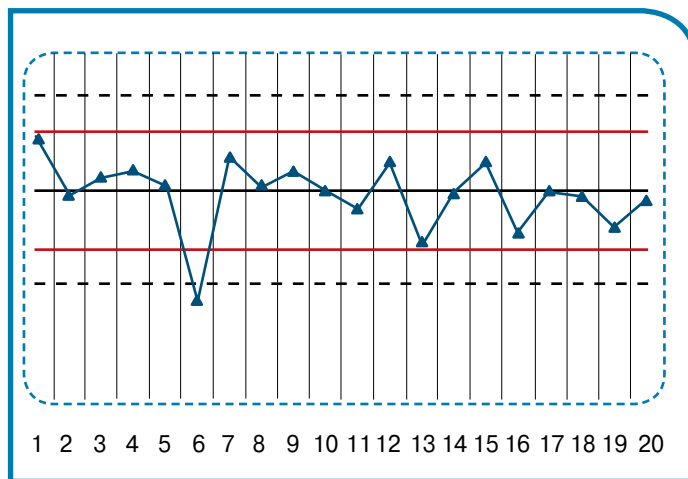


Рисунок 3. Состояние хаоса

токе изделий постоянно меняется. Даже если изготовитель в курсе того, что выпускает брак, весьма вероятно, что он не сможет предсказать долю несоответствующей продукции в ближайшем будущем.

Производитель, чей процесс находится в состоянии хаоса, знает о существовании проблемы (для этого не нужны контрольные карты Шухарта и знание теории вариабельности, достаточно здравого смысла и беглого взгляда на отношение затрат к доходу), но обычно не представляет себе, как ее решить и что именно нужно исправить. Более того, все его усилия по выходу из создавшегося положения проваливаются по причине случайных изменений процесса, порождаемых особыми причинами. Даже если он выполняет столь важные в этой ситуации улучшения, какой-либо эффект наблюдается только в течение очень короткого промежутка времени, т.к. как особые причины продолжают влиять на процесс. Когда он осуществляет необязательные изменения, случайные сдвиги процесса, вызванные особыми причинами, только вводят его в заблуждение. Неважно, что именно старается предпринять этот менеджер, ничто долго работать не будет, т.к. процесс всё время продолжает изменяться. В конце концов менеджер окончательно отчаивается, перестает воспринимать производственный процесс как нечто рациональное и начинает оперировать такими словами, как «магия» или «искусство».

Единственный способ вывести процесс из состояния хаоса — это сначала выявить все особые причины с помощью контрольных карт (Шухарта) и исключить их. Если же они продолжают присут-

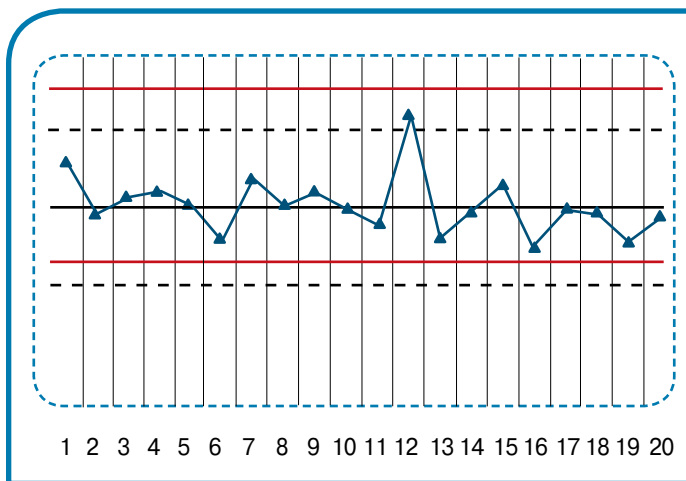


Рисунок 4. Состояние на грани хаоса

Жизнь не стоит на месте. Современный подход к экономике и качеству делает всё более популярными системно-статистическое мышление и основанный на методах SPC подход к управлению процессами

ствовать, то любые действия производителя будут напоминать прогулку по зыбучим пескам: чем больше усилий он прилагает, чтобы выбраться, тем глубже погружается.

СОСТОЯНИЕ НА ГРАНИ ХАОСА

Третье (согласно порядку изложения в [1]) состояние называется «на грани хаоса». В этом состоянии процесс статистически неуправляем, даже если все 100% выпускаемых изделий соответствуют требованиям допусков.

На самом деле это самая сложная ситуация. Дело в том, что проблемы не видны, всё вроде бы в порядке, и предпринимать дополнительные усилия, когда нет претензий со стороны потребителей, мало кто соглашается.

Многим трудно представить эту ситуацию: они привыкли считать, что, если процесс производит 100% продукции, соответствующей требованиям, всё в порядке. В некотором смысле они правы. Пока нет брака, не будет проблем с его возвратом. Однако вполне вероятно, что это счастье будет недолгим. Факт неуправляемости означает, что структура вариации потока изделий неустойчива во времени. Процесс нестабилен, и эта нестабильность будет непрерывно изменять характеристики изделий.

Проблема неуправляемости процессов неразрывно связана с эффектом воздействия особых причин (assignable causes). Эти эффекты можно представить в виде изменений процесса, происходящих через случайные моменты времени. Поэтому пока соответствие ТУ убаюкивает изготовителя, думающего, что всё хорошо, особые причины продолжают изменять процесс таким образом, что рано или поздно появится бракованное изделие (очень часто это происходит в самый

Производитель, чей процесс находится в состоянии хаоса, знает о существовании проблемы, но обычно не представляет себе, как ее решить и что именно нужно исправить. Более того, все его усилия проваливаются

неподходящий момент). И в этот момент производитель начинает понимать, что у него большие проблемы, но у него нет никаких идей относительно того, как он попал в эту ситуацию и как из нее выбраться.

Одному из авторов во время работы на заводах довольно часто удавалось взять случайным образом одну деталь для внеплановой проверки, которая оказывалась бракованной. После этого стопроцентный контроль всей партии в несколько сотен деталей часто показывал, что больше бракованных деталей нет. Это выглядело как мистика, но на деле причина была в том, что процесс находился в статистически неуправляемом состоянии, хотя поводов для переживаний не было, т.к. не было брака. К огромному сожалению, объяснить, что в этом плохого, производственнику, чей доход и качество жизни зависят от выполнения плана, очень сложно, почти невозможно.

Эта неожиданная паника случается из-за того, что, несмотря на видимость обратного, процесс

«на грани хаоса» не находится под контролем производителя. Особые причины определяют среднее и разброс процесса и решают, каковы будут параметры изделия. В этом случае нельзя предположить, что будет результатом этого процесса завтра, через неделю или даже через час. Переход от 100% соответствия к появлению несоответствующей продукции может произойти в любой момент времени без малейшего предупреждения, но когда это произойдет, процесс уже будет находиться в состоянии хаоса.

Единственный способ выбраться из состояния «на грани хаоса» — своевременное исключение особых причин вариации. А для этого нужны ККШ.

Пороговое состояние

Второе (согласно порядку изложения в [1]) из четырех возможных состояний называется пороговым. В нем процесс демонстрирует разумную степень статистической управляемости и при этом производит некоторое количество брака. Управляемость означает, что вариация потока изделий постоянна во времени. С течением времени структура вариации на выходе процесса остается одной и той же, и эта устойчивость будет длиться до тех пор, пока процесс остается управляемым. Если такая устойчивость обнаруживается в процессе, производящем некоторое количество несоответствующей продукции, изготовитель может полагаться на одно и то же количество несоответствий изо дня в день до тех пор, пока он не найдет способ изменить либо производственный процесс, либо допуски.

Традиционное решение — контроль качества 100% изделий — не приводит к удовлетворительному

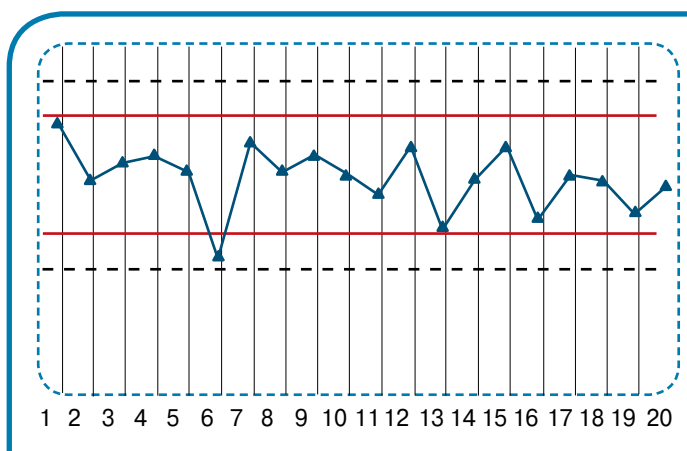


Рисунок 5. Пороговое состояние

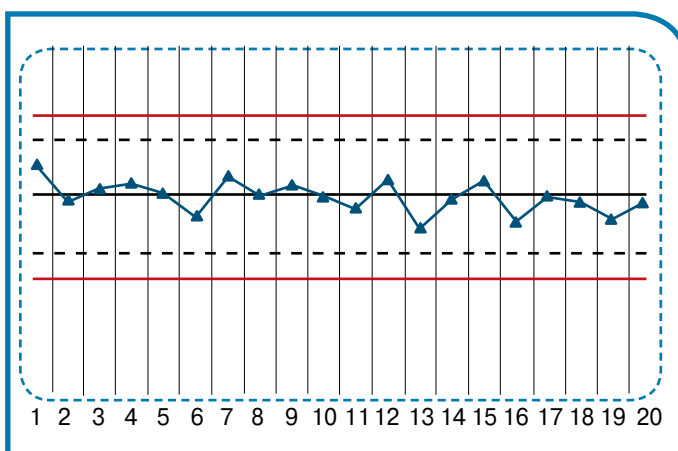


Рисунок 6. Идеальное состояние

результату, поскольку контроль тоже несовершенен [4–6]: 100% контроль только снижает долю брака, покидающего предприятие, но не может исключить его полностью. Настоящее решение проблемы заключается в полном прекращении выпуска брака. Чтобы добиться этого с процессом, находящимся в пороговом состоянии, производитель должен модифицировать процесс, поскольку процесс уже работает настолько устойчиво, насколько это возможно.

Если брак появится по причине неправильной настройки процесса, может пригодиться весьма простая процедура, описанная в главе 8 книги [1].

В то же время, если причиной брака служит естественная вариация процесса, при которой он эпизодически выходит за допустимые пределы, производитель должен изменить либо допуски, либо вариацию процесса. Если он решит изменить допуски, ему придется убедить потребителя согласиться с этим. Это сделать трудно, т.к. большинство потребителей идут на подобные уступки с большой неохотой, пока не будут полностью убеждены в стабильности и устойчивости процесса. (Реализовать это, как правило, не представляется возможным, т.к. ни один потребитель не согласится на ухудшение качества продукции; при этом изменить настройку без изменения диапазона вполне возможно, а вот увеличить ширину — вряд ли). Иногда ККШ может послужить ключом к успеху в деле ослабления требований допусков.

Если же решено уменьшить вариацию процесса, придется изменить сам процесс. Каждая модификация процесса может иметь те или иные последствия, поэтому производитель должен будет их оценить и проанализировать. Но и в этом случае

Статистическая управляемость означает, что вариация, фиксируемая в потоке продукции, устойчива, неизменна во времени. Такой процесс не будет производить ничего другого, кроме хороших изделий, пока он управляем

всю нужную информацию можно получить благодаря ККШ. Таким образом, она не только помогает добиться стабильности и устойчивости, но и помогает перевести процесс из порогового состояния в идеальное.

ИДЕАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ

Первое (согласно порядку изложения в [1]) из четырех возможных состояний называется идеальным. При идеальном состоянии процесс полностью статистически управляем, а вся продукция на 100% соответствует допускам. Такое полное соответствие означает, что все изделия подходят для использования по назначению. Статистическая управляемость означает, что вариация, фиксируемая в потоке продукции, устойчива, неизменна во времени. Такой процесс не будет производить ничего другого, кроме хороших изделий, — от часа к часу, изо дня в день, неделю за неделей, пока он остается управляемым. Понятно, что это некий идеал для любого другого процесса.

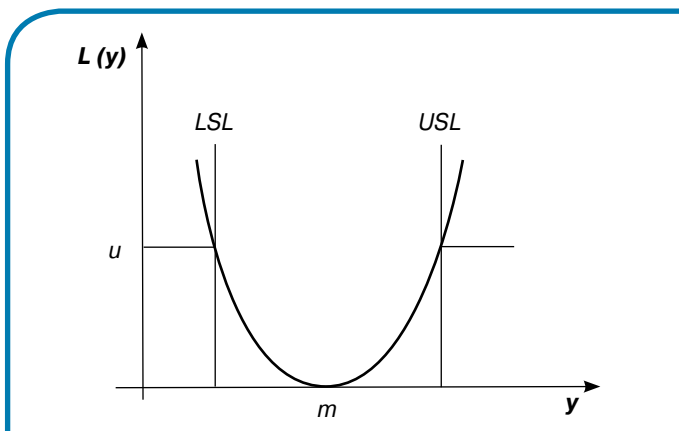


Рисунок 7. Функция потерь Тагути

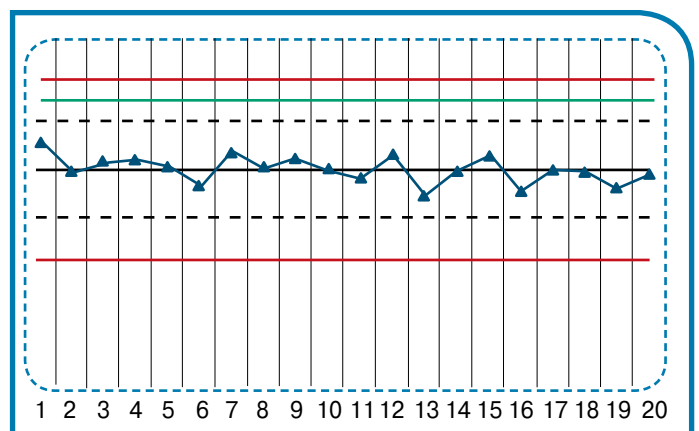


Рисунок 8. Смещенный идеал. Зеленая линия — целевое значение по Тагути

Как процесс может стать идеальным? Это может произойти только в том случае, если удовлетворены четыре условия.

1. Процесс должен быть стабильным во времени по своей сути.
2. Производитель должен управлять этим процессом стабильно и последовательно. Параметры работы не должны выбираться или меняться произвольно.
3. Среднее значение процесса должно устанавливаться и поддерживаться на должном уровне.
4. Естественная изменчивость процесса должна быть меньше установленных допустимых пределов для продукции.

Пока процесс удовлетворяет этим четырем условиям, производитель может быть уверен, что будет отгружаться только качественная продукция. Как только не выполняется хотя бы одно из этих условий, появляется возможность отгрузки бракованных изделий. Чуть ниже мы объясним, почему единственным для руководителя способом регулярно убеждаться в выполнении этих условий и поддерживать производство в надлежащем состоянии день ото дня служит использование ККШ.

Итак, если производитель имеет процесс, находящийся в идеальном состоянии, и хочет, чтобы процесс и дальше работал так же, он будет использовать ККШ. Это позволит ему всегда знать о возникновении проблем прежде, чем они повлекут за собой выпуск бракованной продукции.

Более того, пока процесс находится в идеальном состоянии, непрерывное применение ККШ будет гарантировать его постоянное улучшение, что повлечет еще бóльшую однородность изде-

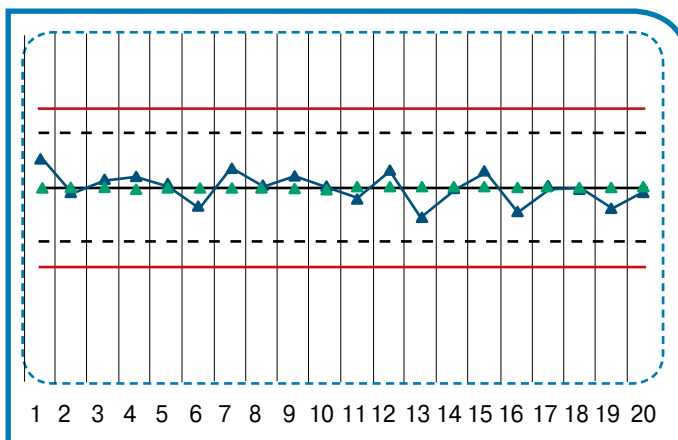


Рисунок 10. Стремление к совершенству. Зеленые маркеры показывают целевое значение

лий, снизит их себестоимость и повысит производительность. Примеры случаев, когда всё это стало возможным благодаря правильному использованию контрольных карт, представлены в главе 7 [1].

На этом авторы [1] завершают разбор состояний процессов. Однако само идеальное состояние может быть различным с точки зрения отклонения среднего значения от целевого, а также величины вариальности процесса. Для того, чтобы разобраться с этим, целесообразно вспомнить о функции потерь Тагути (рисунок 7).

Функция потерь Тагути постулирует, что при соответствии фактических значений ключевых характеристик детали требованиям спецификации несовпадение с целевым значением приводит к потерям. Соответственно, эти потери равны нулю при совпадении фактических значений параметров изделия с целевыми. Часто, но не всегда, номинальное значение определяют равным целевому значению. Что касается самих потерь, то их величина по Тагути пропорциональна квадрату отклонения от целевого значения.

Введение еще одного параметра для характеристики процесса, естественно, ведет к росту числа возможных состояний процесса. При этом такое увеличение применимо не только к идеальному состоянию, но и ко всем другим. Однако на практике нецелесообразно стремиться к настройке процесса на целевое значение с последующим снижением его вариальности, пока он не приведен в идеальное состояние. Кроме того, состояние с целевым значением за пределами границ поля допуска нас не интересует, т.к. это, как принято

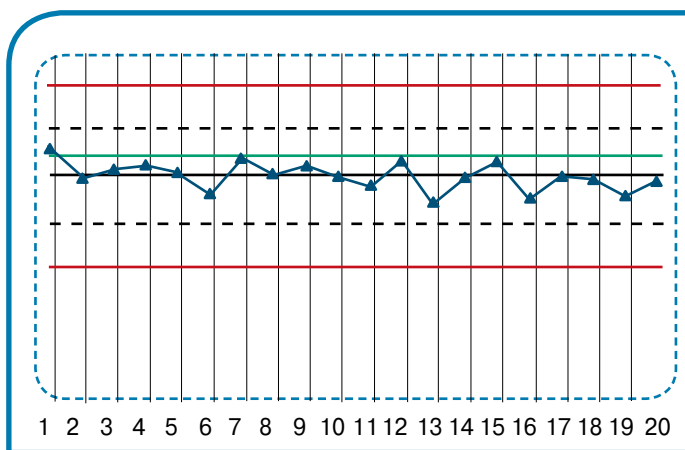


Рисунок 9. Ненастроенный идеал

говорить в математике, пустое множество. Таким образом, у нас остаются три дополнительных состояния процесса.

Начнем с самого худшего из них (*рисунок 8*). Назовем его смещенным идеалом. Подобная ситуация выглядит маловероятной. Однако это вполне реальная ситуация, когда неправильно выбраны границы допуска, а вариабельность процесса настолько мала, что целевое значение не попадает в естественные границы ККШ. Особенность такого состояния в том, что брака нет, процесс стабилен, потери, которые несет производитель, потребитель и общество в целом, существуют постоянно. Выход из этой ситуации выглядит так: следует сместить настройку процесса, т.е. среднее значение, в сторону целевого значения, и, если это возможно, максимально снизить вариабельность. Более глубокое решение сводится к тому, что следует еще и пересмотреть границы поля допуска. Однако тут могут возникнуть дополнительные сложности с заказчиком, о которых было сказано выше.

Более частой, а может, даже самой распространенной ситуацией для идеального по Уилеру и Чамберсу состояния можно считать приведенную на *рисунке 9*. Назовем такую ситуацию ненастроенным идеалом.

В данной ситуации получение результатов с нулевыми потерями вполне возможно, да и общие потери уже не столь велики, как в других ситуациях, рассмотренных ранее. Для того, чтобы снизить потери в данной ситуации, следует изменить настройку, сместив среднее значение к целевому. В таком случае мы получим состояние, изображенное на *рисунке 10*. Такую ситуацию можно назвать стремлением к совершенству.

Читатель спросит: чего же вам еще надо? Где же совершенство? А совершенства нет. К нему можно только стремиться. Да, в такой ситуации наименьшие потери. Но для того, чтобы их еще уменьшить, следует еще больше снизить вариабельность. Однако полностью ее исключить не представляется возможным по одной простой причине — вариабельности подвержено всё на свете.

Кроме этого, у такого стремления есть пределы экономической целесообразности. Предельное снижение вариабельности возможно за счет повышения качества производства путем применения более точного оборудования, инструментов, автоматизации или привлечения высококвалифицированных профессионалов. Всё это увеличит стоимость совершенного изделия и может сделать его производство экономически нецелесообразным.

Получившая популярность концепция «Шесть сигм» по сути близка к тому, что мы здесь пытаемся описать. Тот уровень вариабельности, которому должен соответствовать процесс согласно данной концепции, при настройке этого самого процесса на целевое значение позволяет очень сильно снизить потери. В такой ситуации, видимо, беспокоиться о границах поля допуска уже не придется. При этом очевидно, что переход к состоянию стремления к совершенству от состояния хаоса — работа не одного дня или даже месяца. На это могут уйти годы кропотливой работы, и это работа на глубоком системном уровне, которая требует пересмотра и изменения ко всем существующим подходам в большинстве сегодняшних компаний.

Авторам хотелось бы надеяться, что наш учитель Ю.П. Адлер согласился бы с изложенным выше материалом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. [пер. с англ. Ю. Адлера, В. Кузьмина]. — Под научной редакцией Ю. Адлера и В. Шпера. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. — 409 с.
2. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Практическое руководство по статистическому управлению процессами. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 234 с.
3. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. [пер. с англ. Ю. Адлера, В. Шпера]. — Под редакцией Ю. Рубаника, Ю. Адлера, В. Шпера. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 370 с.
4. Смелов В.Ю., Шпер В.Л. Методы SPC и MSA — проблемы и перспективы. // Контроль качества продукции. — 2022. — № 1. — С. 32—39.
5. Смелов В.Ю., Громова Е.С., Аплетнев Д.В., Шпер В.Л. Методы SPC и MSA — сравнительный анализ альтернативных подходов. // Контроль качества продукции. — 2022. — № 3. — С. 36—43; №4. — С. 52—58.
6. Смелов В.Ю., Хунузиди Е.И., Ахметова Е.А., Шпер В.Л. Влияние вариабельности измерений на оценку качества производственных процессов с помощью индексов воспроизводимости. // Контроль качества продукции. — 2022. — № 5. С. 45—53.

АВТОРЫ:

УДК 658.562.3

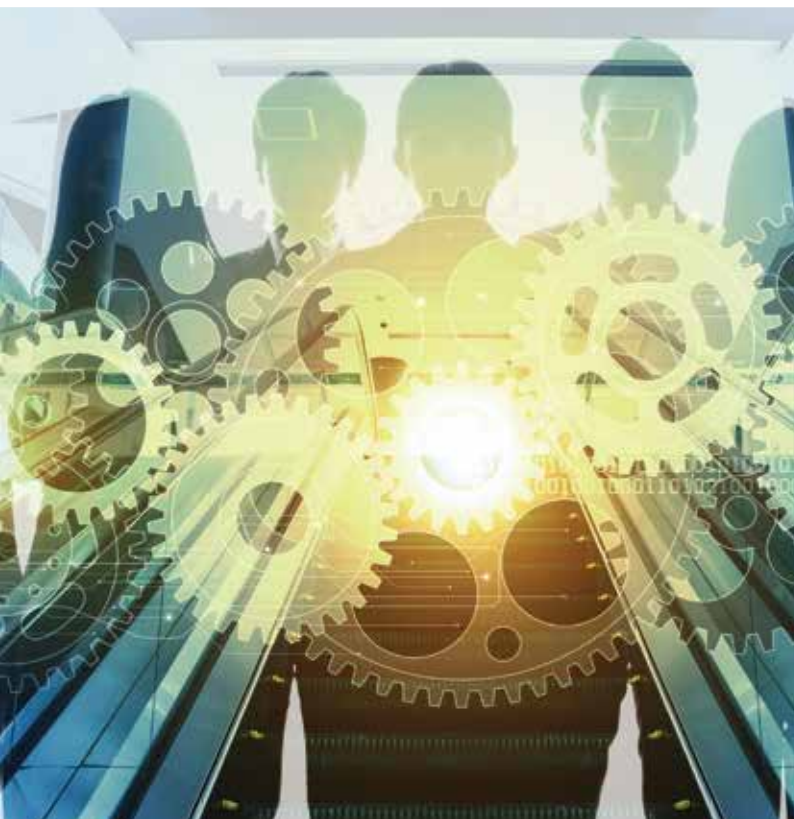
В.Л. ШПЕР, к.т.н., доцент кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСИС, действительный член (академик) Академии проблем качества, старший член ASQ, почетный член ENBIS, член ASA и МГПК,

В.Ю. СМЕЛОВ, к.т.н., технический директор «ГПБ Комплект» (АО), доцент кафедры «СиАК» НИТУ МИСИС,

Е.И. ХУНУЗИДИ, к.т.н., руководитель отдела по обеспечению качества ООО «АтомТехноТест», доцент кафедры «СиАК» НИТУ МИСИС, член МГПК



Менеджмент XXI века: каким он может быть?



При попытке представить менеджмент XXI в. становится очевидным, что нет точного ответа не только о будущем, но и о прошлом управления. Есть лишь мнение (иллюзия понимания) этого прошлого и наши мечты (иллюзии) о его будущем. Так как же ответить на вопрос, каким был менеджмент в XX в.? Он был разноликим, постоянно меняющимся и трансформирующимся. На первом этапе ему были свойственны централизация решений и жесткий контроль, затем начались эксперименты в поведенческой сфере: манипулирование, делегирование, вовлечение... Управленцы часто даже не задумывались, чем одно отличалось от другого, происходила подмена понятий, но руководство как-то осуществлялось.

«Всякий факт может иметь место или не иметь места, а прочее остается неизменным»

«Суждения «р» и «-р» имеют противоположный смысл, однако им соответствует одна и та же реальность»

Людвиг Витгенштейн

Прошлое действительно демонстрирует огромное многообразие форм и ценностей, органично уживавшихся в управленческой среде. Переход от «красной экономики» как бы давал намек на уменьшение контроля в «зеленых» и «синих» экономических просторах. Однако это ощущение было недолгим и быстро

трансформировалось под наплывом требований глобального контроля: вакцинируйся, получай разрешительные QR-коды, передавай личную информацию, не производи CO₂ и проч., и т.п. Контроль переместился с уровня локальных организаций в общемировое глобальное пространство.

Уместно вспомнить этимологию слова «контроль», а именно тот факт, что оно состоит из двух частей, *contre* и *rôle*, что дословно обозначает «против роли». Наверное, если покопаться в парадигмах менеджмента XX в., можно без труда увидеть как раз тенденцию развития общества людей «без ролей»,



Ключевые слова: менеджмент XXI века, система управления, контроль, потеря самоидентичности, кризис.

без поиска своей сути и возможностей, без стремления к пониманию самих себя. Наоборот, это время выдавало заготовленные роли через СМИ, рекламу, рейтинги, инструкции и предписания. Человек соглашался с определенной, навязанной ему кем-то ролью и начинал играть по соответствующим ей правилам.

Об этом проникновенно писал Эдвардс Деминг: *«Господствующая система управления уничтожила наш народ. Люди рождаются с внутренней мотивацией, наделены самоуважением, достоинством, побуждающей к обучению любознательностью. Они радуются, получая знания. Однако с раннего детства на них начинают действовать законы разрушения: приз за лучший костюм на Хэллоуин, оценки в школе, всякого рода награды. То же самое продолжается в университете. Потом людей, команды и подразделения ранжируют на работе, и призы достаются тем, кто занимает высшие позиции в шкале оценок. Тем же, кто оказывается внизу, достаются пинки. Управление на основе поставленных целей с помощью квот, премиальной зарплаты, бизнес-планов, контрактов, постоянного деления приводит к новому ущербу, масштаб которого для нас неведом и непознаваем»*^[1].

XX в. приучал человека к определенному поведению, приучал подчиняться и бояться. «Голубые океаны» вроде бы показывались на горизонте и быстро исчезали с повестки дня, хотя и были созвучны идеям так называемого устойчивого развития, которое также претерпело серьезный морфинг¹ и превращалось в свою собственную пародию.

Что оставил XX в. нам в наследие в области управления? Формализованную игру ролей, где каждый стремится стать тем, чей статус кажется наиболее привлекательным и предоставляющим новые права в игре под названием жизнь, где отсутствует самосознание и просто заложены определенные программы поведения, причем не особо конструктивные. Эти программы встроены подобно имплантам, которые позволяют или не позволяют выполнять те или иные человеческие функции. В частности, функция трезво и ясно размышлять, осознавать себя замещена функцией подчиняться навязанным стереотипам и поведенческим клише.

XXI в. не принес человечеству каких-либо улучшений в осознании своей активной роли в развитии мира. Скорее, наоборот, появились новые и новые формы подавления человеческого в человеке, различные ограничения, связанные с эпидемиями, войнами, санкциями и проч. Человека готовят к свое-

образному пребыванию в своей четко ограниченной ролевой ячейке, которая будет определена в соответствии с предписанием системы управления.

В некоторой мере в основе всех этих проблем лежит когнитивное бессилие современного человека, неспособного понимать и различать, что такое хорошо и что такое плохо. И первая четверть XXI в. становится ареной своеобразной деградация человеческой природы как таковой. Конечно, подобная ситуация складывалась не год и не два. Это многолетний труд различных организаций и структур, связанных с образованием и воспитанием новых поколений. Это и результаты заимствования прогрессивных практик и технологий обучения, и оценивания знаний, которые кочуют по странам и континентам.

Важное значение имеет и так называемая ложная информационная связуемость. Она не позволяет человеку воспринять информацию адекватно, и, соответственно, он не способен верно выстраивать прогноз своей будущей деятельности в таком наборе информационного шума. Смыслы как таковые при интерпретации информации не формируются. Человек перебирает наборы данных, которые ситуативно приобретают удобные формы трактовки. Интересно, что в этих наборах, как правило, отсутствует опора на действительные знания, отражающие объекты мира.

Эти наборы состоят из мнений, т.е. это объекты вымышленной реальности. Так, например, огромное количество материалов об экологии (зеленая ветрогенерация, солнечная генерация энергии и т.д.) на поверку оказываются своеобразными способами перераспределения капитала, а идеи разрушения институтов семьи преподносятся как формы свободы и демократические проявления. И такие примеры можно приводить практически для любой сферы жизнедеятельности человека. Уход от проверяемых смыслов в лозунги, пропагандирующие ложную связуемость объектов мира, в конечном итоге приводят к кризису всего и вся: экономики, экологии, социума. И в самом конечном итоге — к кризису идентичности, что влечет за собой утрату смысла жизни и деятельности как индивидуума, так и общества в целом. Естественно, что в подобном состоянии отсутствует стабильное целеполагание, не формируются и предпосылки для развития и саморганизации. В целом мы наблюдаем в окружающем мире своеобразную финализацию процесса упрощения мышления и понимания человека современного.

Каким может быть управление таким человеческим материалом?

¹ Морфинг — технология в компьютерной анимации, визуальный эффект, создающий впечатление плавной трансформации одного объекта в другой. Используется в кино и рекламе.



Естественно, вряд ли можно рассчитывать, что в такой ситуации управление станет развивающим, инновационным и т.д. Скорее всего, это будет утрирование уже существующих не слишком позитивных форм контроля. Такие подходы не сулят миру выхода из уже создавшегося перманентного кризисного состояния.

Выход из кризиса, вероятно, лежит в иной области: перевоссоздания человека по образу и подобию. А вместе с тем, возможно, и будут изменяться системы управления. В этой связи возникает новый вопрос: а каков этот самый образ и подобие? Ответ предположительно будет очень сложный и неоднозначный. Его надо искать, его необходимо формировать, причем как каждому человеку в отдельности, так и всему человечеству вместе.

Поиск ответа на этот вопрос по своей сути экзистенциальный. Конечно, возникает следующий вопрос: а где искать? И не будет ли этот поиск очередной навязанной социумом иллюзией? Ответ может показаться спорным, но авторам представляется, что искать надо внутри человека, в его внутренних пространствах и просторах возможностей². Этот путь совсем не прост. Очень часто человек отождествляет себя с привычными ролями, которые навязало ему общество и которые он тянет с огромным трудом по жизни, не получая удовлетворения и не зная своего предназначения.

Вероятно, менеджмент XXI в. как раз и должен сделать разворот к человеку, к его сущности, к его потенциалу, а не к его роли.

Стоит уточнить, что современные управленческие тенденции не особо спешат разворачиваться к человеку. Так, например, новейшую технологию управления поведением представляет китайская система социального рейтинга, в которой важнейшим становится общественное одобрение, а права и свободы запросто изымаются по предписанию свыше. Эту систему высоко оценил Клаус Шваб и в июне 2023 г. рекомендовал к всеобщему использованию. А Всемирный экономический форум вновь повторил публикацию доклада «Будущее городского потребления в мире с температурой 1,5°C» (имеется в виду будущее при росте глобальной температуры на 1,5°C) от 2019 г. с напоминанием о том, что к 2030 г. человек не будет потреблять мясо и молочные продукты³ и ему будет разрешено приобретать только три предмета новой одежды в год, причем эта одежда будет иметь вид униформы.

² Стоит указать, что подобными поисками занимаются исследователи в разных странах: [2], [3], [4] и др.

Естественно, что подобный мир требует систем контроля подобно китайской системе социального рейтинга. И в этих системах будет править роль «хорошего гражданина». Все «плохие» будут биты, если не током⁴, то рейтингом и ограничениями в жизненно важных вопросах. По сути это система насильственного вдалбливания проектируемого поведения, основанного на страхе.

Надеемся, что управление в такой ситуации будет развивающим — утопия. Скорее это будет формирование стада рабочей силы, которое будет выполнять ряд задач и постепенно сокращаться по мере передачи новых частей функционала роботизированным приборам и оборудованию. Хотя с последними всё обстоит не так гладко, как в радужных мечтах проектантов: технологии GPT подтвердили, что для работы с ними недостаточно уметь нажимать на клавиши и кнопки, необходимо правильно ставить задачу, задавать вопросы, иметь достаточно компетенций, чтобы проверить полученные результаты и уметь оценить материал, а также отредактировать его.

В мире, который предлагает сегодня как модель будущего, например, ВЭФ, искать новые управленческие технологии явно не придется. Скорее это будет нечто похожее на формы надзирательного рабовладения, но отягощенные цифровыми возможностями слежения и контроля. И к какому ущербу (неведомому и непознаваемому) это приведет человечество, сложно даже представить. Эдвардс Деминг и Юрий Адлер были бы явно расстроены появлением такого «неславного» и «недивного» мира, запроектированного на подавление человеческого в человеке.

И потенциальная возможность перехода именно к подобной форме жизни сегодня очень велика. Более того: анализ развития управленческих технологий в XX в. и первых десятилетиях XXI в. показывает прогресс в создании именно такой среды, а, значит, велика и возможность развития среды управления для поддержания заданных функций подавления человеческого. В подобном обществе человеку будет отведена роль послушного орудия труда, оплата за который позволит ему покрывать затраты на жизнь «разрешенную сверху», и ни шагу ни вправо, ни влево.

Если предположить, что человеческому сообществу удастся отказаться от подобной формы

³ Может, без мяса, без молока, может — с кузнечиками и червями. Но в любом случае — со страхами, что и этого может в скором времени не быть.

⁴ Если вспомнить эксперименты Милгрэма, то жесткость по отношению к людям с низким рейтингом может быть чудовищной и разрушающей общество. Потенциально возможные картинки подобного бытия были отсняты в фильме «Черное зеркало». Мир, управляемый рейтингом, а не разумным человеком, явно малоприятен и вряд ли способен осуществить переход на новую ступень развития.

организации своей жизни и получится построить действительно некую форму, в которой основной задачей будет наработка опыта становления человека, то перспективы могут быть и будут не столь удручающими.

Итак, если в XXI в. миру удастся побороть основную управляющую парадигму контроля и надзора и пойти по пути развития по образу и подобию, то необходимо понять, какой образ станет базовым. Необходимо разобраться и с вопросом, что за качества позволяют человеку оставаться человеком.

Готовых ответов на эти вопросы нет. Увы, слишком много информации в истории человека было сфальсифицировано, слишком много данных изъято, слишком много придумано и вставлено в историческую канву. Все современные битвы базируются как раз на ложном связывании информации. По сути создана всемирная паутина мнений, далеких от истины, и нет ни одного вопроса, по которому человек был бы информирован со 100% гарантией истинности.

События последнего времени четко показывают человеческую разобщенность, прежде всего в понимании. Каждый видит и знает что-то свое, каждый черпает информацию из каких-то своих источников, которые частенько непроверяемы в принципе, т.к. представляют собой наборы удобных мнений и не более...

Стоит отметить, что навык понимания во многом уже утрачен современным человеком. Мы наблюдаем стремительную потерю способности целостно воспринимать и отслеживать необходимую информацию, перерабатывать ее, осуществлять совместную деятельность по постоянной гармонизации индивидуальной и общей действительности. Причем человек должен ощущать потребность в гармонизации, и эта способность понимать, как находить гармонию с собой и своим окружением, в русском языке называется совестью. Однако совестливый человек становится неким вымирающим видом — со всеми вытекающими последствиями.

Как управлять людьми, которые разъединены, и держаться за свое мнение, не проверяя его точность и верность?! Как управлять людьми, которые не знакомы с совестью?! Как управлять людьми, которые не видят будущего и не способны составить его прогноз?!

Вопросы совсем не праздные, а скорее сложные и запутанные. Вероятно, в технологиях менеджмента XXI в. при позитивном для человечества сценарии будет несколько этапов реализации управленческих подходов, и они будут связаны как раз с особенностями формирования общества как такового.

Что оставил XX век нам в наследие в области управления? Формализованную игру ролей, где каждый стремится стать тем, чей статус кажется наиболее привлекательным

И, вероятно, на первом этапе необходимо будет формировать новую среду, в которой модно будет быть умным, знающим, понимающим, находящем ответы на сложные вопросы. Модно будет и быть совестливым, понимать людей, ощущать себя частью этого великого мира. Модно будет уметь делать предсказания и прогнозы будущих состояний систем, понимая, что *«прогноз — это не то, что уже произошло, это всего лишь некоторое представление о том, что может быть, случится в будущем»* [5, с. 26].

На сегодняшний же день можно достаточно просто диагностировать у общества общую неуверенность в потенциальном будущем и общую сегментацию видения этого явления. Отсюда вытекает, что одной из первоочередных задач, вероятно, должно быть и формирование образа того самого будущего, к которому хотелось бы идти. Этот образ должен мотивировать на развитие, на стремление что-либо делать и достигать новых высот, причем высот как индивидуальных, так и коллективных, которые важны для всех, а не для кучки управленцев. Высот, которые ведут в гармоничное будущее, показывающее горизонты осознанной деятельности каждому.

Сегодня основной мировой страшилкой является глобальное потепление. Однако в истории человека случались периоды и похолодания (вплоть до ледникового), и потепления, и они не были связаны с человеческой деятельностью, а были связаны, скорее всего, с циклами планеты Земля и звезды Солнца. Сегодняшние предложения по охлаждению планеты (вплоть до распыления аэрозолей для снижения проходимости солнечного света и отказа от огромного количества различных производств) не являются панацеей для человека и вряд ли изменят ситуацию с потеплением. Увы, человеческие возможности не так велики, как у Солнца или у Земли. Это заранее проигранный стратегия. Скорее единой целью мог бы стать путь адаптации к изменениям, в т.ч. и климата. Поиск решений, которые позволили бы человеку не истреблять себе подобных, пока



население планеты не достигнет количества всего лишь в миллиард жителей, а находить такие пути, которые позволяли бы людям оставаться людьми и жить достойно с теми ресурсами и климатическими особенностями, которые существуют в конкретный момент времени, — вот интересная цель для развития любого общества.

Для такого поиска нужны люди с широким кругозором, способные чувствовать необходимость и имеющие потенциал к созданию нового. Вряд ли человек, воспитанный с помощью программ социального рейтингования, будет способен к этому. Поиск нового всегда сопряжен с ошибками, а социальный рейтинг не может такого допустить: все должны действовать по шаблону. Поиск нового всегда сопряжен и с отрицанием привычного, устоявшегося, а это никак не допустимо программами рейтингования. По сути, должна сложиться иная формация людей, которые не будут бояться думать и искать новое, которые способны увидеть это новое и пустить его во благо максимального количества людей, живущих на планете.

Соответственно, если мы говорим о том, что перед человечеством встают вызовы, например, потепления, то задача человека — найти способ выживания, причем, вероятно, это не будет связано с количеством одежды, которые он сможет купить, или с цветом его униформы! Скорее это будет связано с изменением отношения к самому процессу жизни, с увеличением разумности человека и действительным пониманием первопричин происходящих глобальных метаморфоз.

Сегодня часть общества устремлена к ложным целям, эти цели зашиты в красивые обертки зеленой энергетики, устойчивого развития, CO₂-нейтральности, но эти яркие ярлыки как таковые не влияют на действительность. Огромное количество человеческой психической энергии используется не по назначению, а для подпитки страхов и движения к глупым целям. Конечно, можно утверждать, что человек потребляет слишком много и не слишком рационально. Это так, но надо быть реалистами — тягу к избыточному потреблению воспитывали и лелеяли годами, десятилетиями призывая покупать и потреблять! Воспитание разумного потребления точно так же возможно, как и воспитание чрезмерного потребления, продуктами которого мы все являемся. Необходимо только начать создавать эту культуру разумного потребления, задача которого — минимизировать воздействие на природу. Причем здесь — огромная арена для деятельности: глубокая переработка, рециклинг, новые материалы и технологии и проч., и т.п.

Увы, сегодня предлагается другой сценарий развития: по сути человеку предлагается не сократить потребление как таковое, а сократить человеческое потребление (тех же молока и мяса) и перераспределить ресурсную базу на развитие инструментов контроля и слежения. По сути это — некое самоубийственное движение в сторону технологизации, и прочь от человечности.

По мнению авторов, человека потенциального позитивного будущего можно было бы назвать *homo informationalis* [6]. Он является оператором информации, и, значит, он — оператор связанности всего со всем в этом мире [7]. Он являет собой активный элемент изменения информационных структур, он способен отличать фейки от новостей, выдумки от фактов, способен видеть противоречия и парадоксы в окружающем мире, он — целостный внутри и вмещенный в огромный мир Вселенной. Он — не придаток компьютера, нет, хотя компьютер может быть или не быть его помощником. *Homo informationalis* — это звено разумного связывания в мире информации, т.е. в мире когерентности. *Homo informationalis* способен структурировать и понимать, постигать этот мир, находить решения, обосновывать ответы, брать на себя ответственность за Целое: за себя, свою семью, свое окружение, организацию, за весь социум и весь Мир, в котором Человеческая Культура взаимодействует с Природой.

Естественно, формирование таких осознанных людей требует коллективных усилий, общих ценностей и устремлений. Для его воспитания нужны новые ориентиры, нужны новые ценности, новые программы обучения, в которых человек соревнуется не со всеми, а с самим собой, побеждает свои недостатки и развивает свои достоинства и потенциалы для того, чтобы обогатить этот мир своими идеями и решениями. Для таких людей, конечно, будут необходимы новые формы управления. Вероятно, это будут формы слияния самоуправления и управления коллективными задачами. Вероятно, это будут сложные системы, в которых человек сможет иметь не только внешнюю мотивацию, направленную на достижение коллективных целей, но и сможет создавать внутри себя миры своей индивидуальной внутренней мотивации, направленной на саморазвитие и выращивание в себе человека, способного к творчеству и состраданию, способного к адаптации и трансформации.

При этом необходимо понимать, что преобразование человеческого событийного плана лежит в области двойного изменения: недостаточно преобразовать конкретную ситуацию — необходимо начать воспринимать ее иначе. Человек существует как бы

в двух мирах одновременно. Один — это мир действительности, где события разворачиваются во времени и пространстве. Второй — это мир восприятия, в котором сдвиги происходят в виртуальной реальности, на уровне мышления и психологии понимания. И тут стоит вспомнить замечание Никколо Макиавелли о том, что нет ничего труднее, чем изменить существующий порядок вещей, и добавить с улыбкой: «...ведь он же и обусловлен нашим восприятием этих самых вещей». Мы сами (точнее, наш мозг) делаем мир невыносимым или восхитительным, удручающим или свободным.

По сути, человек XXI в. должен снова научиться видеть перспективы и возможности, поверить в себя и свои созидательные силы. И это не так сложно. Достаточно обернуться назад и увидеть зеркальные отображения ситуации сегодняшнего дня в начале и середине XX в., в начале и середине XIX в. Века, как под копирку, формируют напряжения, доходят до точек абсурда: войны раскручивают маховик развития, чтобы затем снова споткнуться колесом Сансары о новые противоречия и запустить новый цикл уничтожения.

Развитие в качестве homo informationalis — себя, предприятий, регионов, стран — как комплементарных единиц созидания позволит предотвратить возможность разрушений человеческих миров. При этом необходимо понимать, что это — ежедневный сложный труд постижения и развития внутри себя человеческого начала. Это и постоянный труд научения жизни в соподчинении с общечеловеческими задачами, с постоянным поиском возможностей в меняющемся мире, который то нагревается, то чрезмерно охлаждается. И именно в таком сложном, устойчивом неравновесии человек должен найти свою точку равновесности и гармонии, и привнести ее как опору созиданию.

ВЫВОДЫ

Авторам представляется, что менеджмент XXI в. должен отказаться от практики контроля и надзора, хотя, безусловно, для ее осуществления есть всё необходимое оборудование и технологии. Но кажущаяся простота этого решения может привести человечество к величайшему неведомому и непознаваемому ущербу: человек способен окончательно потерять свою человечность и превратиться в роль своей тени. По сути, что бы тогда ни происходило, это уже не будет сообществом людей, и можно констатировать гибель человеческой цивилизации.

Задачи управления будущего должны, скорее, лежать в плоскости формирования человека как актив-

ного элемента изменения информационных структур, который всё объединяет и соединяет в целостные системы, при этом понимая, что существует целый ряд изменений, которые неподвластны человеку и которые будут задавать новые и новые задачи и векторы поиска решений. И человек должен быть способен решать эти задачи не путем сокращения себе подобных, а путем разумного поиска ответов на сложные вопросы. Человек должен уметь видеть аналогии с прошлым, понимать свои действия для недопущения катастрофических взаимодействий с себе подобными и с природой. Существует миллиарды возможностей жить в гармонии с внутренним и окружающим миром, но для этого необходимы разумность и добрая воля человека, ищущего свою человечность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Деминг Э. Предисловие к книге «Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации» [пер. с англ. П. Сенге]. — М.: Олимп-Бизнес, 2011.
2. Сенге П., Шармер О., Яворси Дж., Флауэрз Б. Преображение. Потенциал человека и горизонты будущего [пер. с англ.]. — М.: Олимп-Бизнес, 2008. — 304 с.
3. Хенди Ч. Я и другие более важные дела [пер. с англ.]. — К.: Калидос Паблишинг, 2007. — 248 с.
3. Уилбер К. Интегральная духовность. Новая роль религии в современном и постсовременном мире [пер. с англ. Е. Пустошкина] / Науч. ред. А. Нариньяни. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. — 384 с.
4. Развитие бережливых производственных систем в России: новые методы и модели: коллективная монография / Под ред. Ю.П.Адлера, Э.В.Кондратьева. — М.: Академический проект, 2020. — 207 с.
5. Иванова С.А., Суетин А.Г. Кризис понимания и угрозы будущему // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 4-й Международной конференции (4-5 февраля 2021 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2021. — С. 109—116. — <https://keldysh.ru/future/2021/9.pdf>. <https://doi.org/10.20948/future-2021-9>
6. Ivanova S. Криза інформації: суть і потенціал. Communications and Communicative Technologies, (20), pp. 42—48. <https://doi.org/10.15421/292006>

АВТОРЫ:

УДК 331.101.3

С.А. ИВАНОВА, к.ф.н., доцент, магистр управления проектами, бизнес-консультант,

Н.А. МИТРОФАНОВ, бизнес-консультант, эксперт по организационной трансформации и повышению эффективности в электроэнергетике. Руководитель научно-технического совета АНО «ЭКОсистема бережного решения инновационных задач, член международного клуба директоров,

И.К. МУХИНА, к.ф.-м.н., специалист в финансовых и цифровых технологиях, президент инновационного центра «Познание и творчество»

Из истории появления вейбулловского распределения

В статье подробно рассматривается история появления вероятностно-статистического закона, называемого распределением Вейбулла. На его основе автором был предложен статистико-физический метод анализа надежности — способ определения природы отказа по виду и параметров его статистического распределения.

Творческое наследие Ю.П. Адлера (1937–2020 гг.) велико и разнообразно. Одной из особенностей Юрия Павловича был его интерес к истории возникновения научных проблем, которыми он занимался. И мне захотелось для сборника, посвященного памяти этого замечательного ученого и человека, подготовить статью об истории появления вероятностно-статистического закона, называемого распределением Вейбулла, имеющего такое множество приложений в самых разных аспектах жизни, что простое их перечисление заняло бы не одну журнальную полосу.

Всё началось с того, что в 1927 г. французский математик Морис Фреше (Maurice Frechet, 1878–1973 гг.), известный к тому времени своими фундаментальными работами по топологии и функционально-

му анализу, опубликовал в журнале Польского математического общества статью, посвященную изучению предельного поведения крайних членов вариационного ряда [5]. Фреше предложил трехпараметрическое распределение

$$F(t) = \exp \{ - [(t-t_0)/T]^s \}, \quad (1)$$

где t_0 , T и s соответственно — параметры сдвига, масштаба и формы.

Выражение (1) и ныне используется для моделирования и анализа экстремальных явлений, связанных с окружающей средой, таких как землетрясения, максимальные однодневные осадки, ежегодные показа-



Ключевые слова: вероятностно-статистический закон, распределение Вейбулла, распределение Фреше, статистические закономерности.

тели паводкового стока, частота наводнений и оценка скорости и энергии ветра.

На закономерность (1) обратил внимание Паул (Поль) Розин (Paul Rosin, 1890–1967 гг.) — инженер-теплотехник из Германии, ведущий эксперт в области сжигания бурого угля и пневматической суши, основавший в Дрездене лабораторию топливных технологий. Дело в том, что в 1920-е годы угольная пыль стала экономически эффективным источником энергии для электростанций. Ключом к успеху было знание размеров отдельных частиц пыли.

Единомышленником Розина был его ближайший сотрудник Эрих Раммлер (Erich Rammeler, 1901–1986 гг.), который писал в автобиографии «Моя профессиональная жизнь»: «Я был пленен проблемами и целями, которые он [Розин] излагал мне самым ясным и точным языком, тесной связью технической и научной работы, которую он объявлял необходимой, всей личностью Розина, который был старше меня всего на 11 лет».

Розин и Раммлер применили распределение, описанное Фреше, для изучения статистических закономерностей в размерах частиц. Они обработали результаты гранулометрических анализов кварца и продуктов измельчения рудно-галечной мельницы. В 1933 г. в «Журнале Института топлива» появилась их совместная публикация «Законы, определяющие крупность угольной пыли» [8], в которой приведена полученная ими эмпирическая формула распределения частиц угля по размерам

$$F(m) = 1 - \exp \left\{ - (m/\alpha)^s \right\}, \quad (2)$$

где $F(m)$ — вероятность того, что частица имеет массу (пропорциональную размеру частицы), меньшую m ; $\alpha > 0$, $s > 0$ — параметры распределения.

Сотрудничество Розина и Раммлера было насильственно прервано в том же 1933 г. в связи с приходом к власти в Германии нацистов. Розин был крещен как протестант, но из-за своего еврейского происхождения сразу почувствовал на себе последствия растущего антисемитизма, лишившись звания профессора. Понимая, что дальше будет только хуже, он передал свою дрезденскую лабораторию Эриху Раммлеру и эмигрировал в Великобританию.

Позднее, во время Второй мировой войны, П. Розин работал в Департаменте нефтяной войны (PWD) — организации, созданной в Соединенном Королевстве в 1940 г. в связи с угрозой вторжения Германии и призванной изобретать способы использования нефтепродуктов в военных целях. Затем он переключился на разработку системы посадки самолетов в тумане.

Раммлер остался в Германии, в 1937 г. вступил в гитлеровскую партию НСДАП. После войны жил

в небольшом восточногерманском городке Фрайбург, занимаясь до выхода на пенсию в основном вопросами теплосбережения. Заметными результатами в области вероятностно-статистических исследований ни Розин, ни Раммлер, работая порознь, не отметились.

В 1939 г. шведский инженер-механик Валодди Вейбулл (Waloddi Weibull, 1887–1979 гг.) при изучении вопросов усталости материалов и анализе отказов, обусловленных износом шарикоподшипников, использовал распределение с функцией надежности вида [1, 10, 11]

$$P(t) = \exp \left(- \left[\frac{t - t_0}{T} \right]^s \right), \quad (3)$$

где T , s , t_0 — параметры масштаба, формы, сдвига (параметр сдвига называется еще «порогом чувствительности») [$P(t \leq t_0) = 1$].

В начале 1940-х годов советский математик Б.В. Гнеденко (1912–1995 гг.), решая задачу построения асимптотических распределений максимального члена вариационного ряда, установил три типа закономерностей для максимальных и три типа для минимальных значений последовательности независимых величин [2, 6]. При этом асимптотическое распределение третьего типа для минимумов имело вид

$$F(t) = 1 - \exp(-t/T). \quad (4)$$

В 1951 г. в журнале Американского общества инженеров-механиков (ASME) В. Вейбулл опубликовал основополагающую статью «Статистическая функция распределения широкого применения», в которой поставленную задачу сформулировал так: «Представляется, что единственным практическим путем достижения успеха является выбор простой функции

$$F(t) = 1 - \exp[-\phi(t)], \quad (5)$$

эмпирическая ее проверка и затем ее окончательный выбор, если нет ничего лучшего» [9].

Не останавливаясь на оценке справедливости этих слов в настоящее время, заметим, что в качестве простой функции Вейбулл выбрал непрерывное распределение, сосредоточенное на неотрицательной полуоси, хвост которой убывает экспоненциально-степенным образом. При этом он продемонстрировал широкие возможности изучения различных статистических закономерностей распределений вероятностей следующего вида:

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right)^s \right]. \quad (6)$$

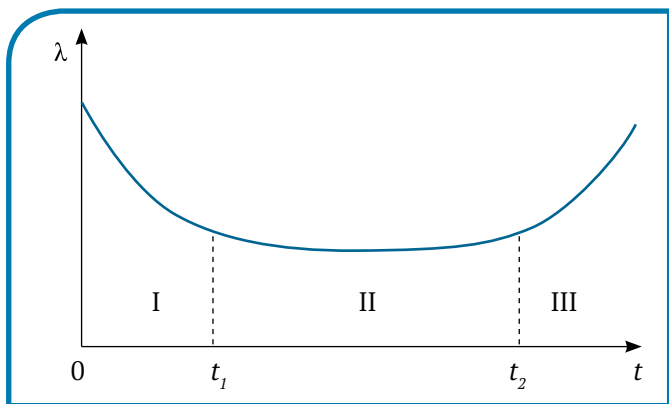


Рисунок. Характерная зависимость интенсивности отказов технических объектов от времени

Заметим, что в формуле (6) параметры масштаба T и формы s статистически независимы, и этим, на наш взгляд, она с практической точки зрения удобнее выражения (4). Есть сведения, что статья Вейбулла была изначально отклонена одним из известных английских научных журналов как не представляющая интереса. Классическая статистика того времени базировалась на стереотипе нормальности распределения анализируемых данных, и их «ненормальность» воспринималась как нетипичный бесполезный курьез.

С середины 1950-х годов интерес к довольно простой и достаточно гибкой двухпараметрической функции распределения (6) быстро возрастает и за ней накрепко закрепляется название «распределение Вейбулла». Более того: с именем шведского исследователя связывают и другие статистические закономерности, к которым он никакого отношения не имел. Так, распределение Фреше часто именуется «обратным распределением Вейбулла», а распределение (4) иногда называют (особенно в русскоязычной литературе) «распределением Вейбулла–Гнеденко», но чаще его рассматривают просто как возможную форму записи этого закона.

Распределение Вейбулла широко используется в медицине для оценки вероятностей выживания в клинических испытаниях, в страховании жизни — для распределения размера страховых требований, в экономике — для распределения доходностей ценных бумаг и доходов фирм, в промышленной технологии — для распределения времени этапов производства или как модель распределения времени между технологическими изменениями и многих других областях. И, конечно, оно применяется в теории и практике надежности при

исследовании работоспособности технических объектов.

Вейбулл всю жизнь скрупулезно фиксировал факты практического использования закона, носящего его имя. В августе 1977 г. ученый, только что отметивший свое 90-летие, подготовил отчет, в котором перечислил более тысячи (!) ссылок на применение модели (6) [12]. Даже трудно вообразить, сколько таких сообщений появилось за последующие почти полвека!

Из выражения (6) с очевидностью следует, что экспоненциальное распределение является его частным случаем при $s = 1$, а распределение Рэлея — при $s = 2$. Кроме того, им можно аппроксимировать и другие распространенные в теории надежности законы: гамма-распределение, логарифмически-нормальное, нормальное. Распределение Вейбулла имеет положительную асимметрию при малых значениях параметра формы. С ростом s асимметрия уменьшается и приблизительно при $s = 3,5$ становится равной нулю. Примерно при этом же значении параметра формы достигает минимального значения коэффициент эксцесса.

Доказано характеристическое свойство закона: если $\eta = \min(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$ подчиняется вейбулловскому распределению, случайные величины $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ независимы и одинаково распределены, то они также подчиняются этому закону. Наряду с эмпирическими данными, показывающими во многих случаях хорошее соответствие модели, для использования распределения Вейбулла существует теоретическое обоснование, исходя из принципа слабейшего звена: прочность цепи определяется прочностью слабейшего из ее звеньев.

Конечно, реальный технический объект — это не цепь, но его можно условно разделить на части. Например, разумно предположить: если отказ прибора, характеризуемого большим набором параметров, рассматривается как выход одного из них за пределы установленного допуска, то можно полагать, что изменения этих параметров есть слабосвязанные случайные процессы. Тогда, если τ_i — долговечность по i -му параметру, то ресурс в целом определяется как $\tau = \min(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$.

Основным показателем надежности многих видов промышленной продукции является интенсивность отказов — условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник (по ГОСТ Р 27.102-2021).

Зависимость интенсивности отказов от времени $l(t)$ в общем случае имеет U-образный вид (рисунок), где традиционно выделяют три периода:

I — приработку (интервал от начала эксплуатации $t = 0$ до момента t_1 , называемый «детскими болезнями»), II — период постоянной интенсивности отказов в интервале $t_1 - t_2$ («нормальная эксплуатация») и III — период износовых отказов, начинающийся в момент t_2 .

В соответствии с вейбулловской моделью в период «детских болезней» $s < 1$ интенсивность отказов монотонно убывает; в период «нормальной эксплуатации» $s = 1$ получается экспоненциальное распределение с постоянной интенсивностью отказов; в период износа $s > 1$, что соответствует возрастанию интенсивности отказов.

На основе распределения Вейбулла автором был предложен статистико-физический метод анализа надежности — способ определения природы отказа по виду и параметров его статистического распределения. Разумеется, когда есть возможность провести технический анализ отказавшего изделия и установить причину выхода из строя, то статистико-физический подход необязателен.

Однако, если приборы, эксплуатируемые на труднодоступном объекте, выходят из строя, изготовитель имеет возможность получить лишь значение наработки и, в случае отказа, — указание на его внешнее проявление (например, для мощных электровакуумных приборов — «выходная мощность упала ниже нормы»). Но выходная мощность может упасть по множеству причин, начиная от небрежного обращения с прибором до естественного истощения эмиссионного слоя катода. Как устранить неисправность, если ее причина неизвестна?

В этом случае, если установлена близость эмпирического распределения к распределению Вейбулла, то, связывая численные значения параметра формы распределения с видом отказа, можно высказать предположение: при $s < 1$ отказ характеризует период приработки; при $s = 1$ — нормальную эксплуатацию, а при больших величинах параметра формы — износ.

Работоспособность такого подхода проверялась на нескольких типах мощных электровакуумных приборов сверхвысоких частот и элементов авиационной техники. По данным о наработках отказавших изделий оценивалось значение параметра формы, и по нему высказывалось предположение о характере отказа и давались рекомендации по их устранению.

После конструкторско-технологической доработки изделий и принятия мер по улучшению условий эксплуатации значение параметра формы распределения Вейбулла, рассчитанное по данным о наработках отказавших изделий, возросло, что свидетельствует об увеличении доли отказов, вызванных накоплением необратимых изменений. Результаты

статистико-физического подхода изложены в работах [3, 4, 7].

Когда временная зависимость интенсивности отказов приборов имеет выраженные периоды приработки (I) и износа (III), распределение Вейбулла оказывается недостаточно гибким для описания всей кривой (рисунки). Время от времени в зарубежных публикациях появляются различные обобщения распределения Вейбулла. Такими исследованиями занимаются представители разных стран, но в наименованиях получаемых ими законов неизменно звучит имя инженера-механика из Швеции.

Впрочем, это уже другая история.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Вейбулл В. Усталостные испытания и анализ их результатов. М.: Машиностроение, 1964. — 276 с.
2. Гнеденко Б.В. Предельные теоремы для максимального члена вариационного ряда // Доклады АН СССР, Новая серия, 1941. — Т.32, № 1.
3. Гродзенский С.Я. Статистико-физический подход к исследованию надежности изделий электронной техники // Электронная промышленность.— 1991. — № 12. — С. 33—36.
4. Гродзенский Я.С. Статистико-физический подход как средство управления качеством // Стандарты и качество. — 2018. — № 11. — С. 54—57.
5. Frechet M. Sur la loi de probabilité de l'ecart maximum // Annales de la Societe polonaise de Mathematique (Cracovie), 1927. — Vol. 6, pp. 93—16.
6. Gnedenko B.V. Sur la distribution limite du terme maximum d'une serie aleatoire // Annals of Mathematics, 1943, Vol. 44. — No. 3, pp. 423—453.
7. Grodzensky S.Ya. A Statistical Physics Method of Electronic Device Reliability Testing from Working Data Pages // Measurement Techniques, 2003, Vol. 46. — No. 6, pp. 616—618.
8. Rosin P., Rammner E. The laws governing the fineness of powdered coal // Journal of the Institute of Fuel, 1933, Vol. 7. — No. 1, pp. 29—36.
9. Weibull W. A statistical distribution function of wide applicability // Journal of Applied Mechanics, ASME, 1951, Vol. 18. — No. 3, pp. 293—297.
10. Weibull W. References on Weibull distribution. A Report, Forsvarets Teletekniska Laboratorium, Stockholm: FTL, 1977. Weibull W. A statistical theory of the strength of materials // Ingeniors Vetenskaps Akademien Handlingar, 1939, nr. 151. — pp. 1—45.
11. Weibull W. The phenomenon of rupture in solids // Ingeniors Vetenskaps Akademien Handlingar, 1939, nr. 153, pp. 16—53.
12. Weibull W. References on Weibull distribution. A Report, Forsvarets Teletekniska Laboratorium, Stockholm: FTL, 1977.

АВТОР:

УДК 519.22

С.Я. ГРОДЗЕНСКИЙ, д.т.н., профессор кафедры компьютерной и информационной безопасности МИРЭА — Российского технологического университета

Искусство создавать модели: достижение консенсуса в техническом комитете по стандартизации



В статье идет речь о построении и верификации моделей, отражающих главные черты некоторого исследуемого процесса/явления. На примере разработанной модели консенсуса на основе регулярных марковских цепей (модель Де Гроота) показано, что «хорошая» абстрактная модель позволяет с достаточной полнотой исследовать сложные явления групповой динамики, связанные с принятием решений по принципу консенсуса. Проведенная верификация этой модели для технических комитетов подтверждается частными случаями, находящими отражение во множестве проведенных социально-психологических исследованиях.

Модель Де Гроота себя не исчерпала и позволяет находить корректные решения в различных практических ситуациях.

В любом начале волшебство сокрыто...

Г. Гессе, «Игра в бисер»

ЧТО ТАКОЕ МОДЕЛЬ?

Окружающая нас жизнь (природа, явления, деятельность и т.п.) сложна и многообразна. Для ее анализа человечество выработало определенные

инструменты (методы), один из которых будет рассмотрен ниже для исследования феномена консенсуса в техническом комитете по стандартизации (ТК). Но прежде всего важно установить, что



Ключевые слова: математическая модель, верификация, консенсус, регулярные марковские цепи.

понимается под словами «моделирование» и «модель», имея в виду название статьи.

Следует отметить, что слово «модель» имеет много значений (Д.Н. Ушаков, 2013). Поэтому так важно «на берегу», вначале договориться относительно этого важного понятия.

В ряде работ дан глубокий анализ этого термина (В.А. Штофф, 1966.; Я.Г. Неуймин, 1984; А.И. Исенко, 2015). Например, в книге Штоффа понятие «модель» трактуется как «мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая и воспроизводя объект, способна замещать его так, что ее изучение дает... новую информацию об этом объекте», а «моделирование» рассматривается им как метод научного познания путем «использования моделей для изучения тех или иных свойств оригинала или замещения оригинала моделями в процессе какой-либо деятельности».

В целом такая формулировка терминов «модель» и «моделирование» в рамках тех задач, которые рассматриваются в статье, представляется авторам вполне корректной. Однако для более полного и всестороннего описания процесса моделирования, с которым придется иметь дело в последующем, хотелось бы чуть более формализовать это определение. С этой целью будет использован материал книги авторов «Теория консенсуса» (И.З. Аронов, О.В. Максимова, 2022).

Пусть рассматривается (исследуется, изучается) некоторый объект S , в качестве которого могут выступать явление, процесс, деятельность и т.п. Этот объект исследуется с целью установления его свойств, характеристик, взаимосвязей. Учитывая сложность объекта, привлекается аппарат математики. Объект S математически может представлять набор уравнений, соотношений σ и т.п., исследование которого средствами математики должно ответить на поставленный вопрос о свойствах S . В этих условиях σ называется математической моделью объекта S относительно совокупности его свойств, характеристик, взаимосвязей. Этот этап моделирования называется формализацией и связан во многом со способностью исследователя к абстрагированию, т.е. исключению ненужных для анализа деталей (подробностей). Например, когда исследователь анализирует работу ТК, его не волнуют детали, связанные с конкретными должностями членов ТК, но может интересовать степень их соподчиненности.

После решения математической задачи, касающейся σ (что само по себе может быть непростым делом), необходимо провести анализ полученного решения и попытаться истолковать его. Этот

В ряде работ понятие «модель» трактуется как мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая и воспроизводя объект, способна замещать его так, что ее изучение дает новую информацию об этом объекте

этап моделирования называется интерпретацией результатов исследования математической модели. Если оказывается, что результаты моделирования противоречат здравому смыслу, то следует отказать от такой модели. Продолжим пример с исследованием деятельности ТК. Если в результате интерпретации модели выяснилось, что время достижения консенсуса в ТК является отрицательным, то целесообразно такую модель забраковать.

Следующий этап моделирования связан с верификацией (контролем правильности) модели на основе сравнения с другими известными фактами, в частности с экспериментальными данными. Чем ближе результаты сравнения, тем ближе (точнее) модель σ относительно объекта S .

В целом мы приходим к следующей программе исследования феномена консенсуса в ТК на основе моделирования, т.е. формирования полезной модели σ .

1. Анализ изучаемой системы и ее основных компонентов. Постановка задачи исследования.
2. Абстрактное описание системы (формализация) и ее детализация, построение модели σ .
3. Решение задачи, получение результатов.
4. Анализ результатов и их интерпретация.
5. Верификация модели.

Следует «оправдать» слово «искусство» в названии статьи. Какие требования можно предъявить к модели σ , чтобы можно было сказать, что модель некоторого явления оказалась полезной? Во-первых, необходимо, чтобы при верификации выяснилось, что модель отражает основные свойства объекта S . Во-вторых, конечно, важно, чтобы параметры, т.е. исходные данные для модели, допускали ясную интерпретацию. В-третьих, понятно, что



Согласно нормам Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации», один из принципов стандартизации заключается в достижении консенсуса при экспертизе проектов национальных стандартов в техническом комитете по стандартизации

число исходных параметров должно быть относительно невелико, т.к. рост их числа порождает «проклятие размерности» в широком смысле¹, которое в прикладном плане выражается в усложнении модели, с одной стороны, и задаче сбора данных, — с другой. При этом важно, чтобы более простая модель (с меньшим числом параметров) все-таки отвечала требованиям верификации. И, наконец, необходимо, чтобы модель позволяла прогнозировать некоторые важные эффекты (а иначе зачем модель нужна).

К сожалению, нет никаких руководств и наставлений относительно того, как сформировать хорошую модель явления, которая бы отвечала всем перечисленным требованиям (Н. Талеб, 2023). Поэтому в названии статьи и фигурирует слово «искусство», которое в наибольшей степени характеризует подходы к формированию моделей.

Итак, что из себя представляет ТК? Формально ТК — это форма сотрудничества заинтересованных юридических и физических лиц (организаций, органов государственной власти, специалистов) на добровольной основе для организации и проведения работ по стандартизации в соответствии с установленной компетенцией.

Согласно нормам Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации», один из принципов стандартизации заключается в достижении консенсуса при экспертизе проектов национальных стандартов в ТК. Этот подход при принятии решений в ТК существенно отличается от голосования, при котором большинство доминирует. Реализация принципа консенсуса дает возможность любому бизнесу, большому и малому, на равных с государственными структурами участвовать

¹ Термин введен Ричардом Белманом применительно к общей задаче динамического программирования в 1957 г.

в работе ТК. Тем самым обеспечивается возможность в требованиях стандарта учесть все мнения, услышать голос бизнеса в том числе. Когда стандарт поддержан всеми сторонами (реализован принцип консенсуса), это ведет к его более широкому использованию, причем добровольному.

В международной и зарубежной практиках стандарты, принятые на условиях консенсуса, называются консенсусными (Tatsumoto et al., 2011). Стандарты этого вида вписываются в следующую модель: бизнес-сообщество на основе консенсуса вырабатывает положения (требования), отвечающие наилучшей практике, и закрепляет их в добровольных стандартах, которые способствуют формированию новых рынков и получению прибыли на этих рынках. Именно такой подход себя оправдал в 90-е годы, когда стандартизация оказала значительное влияние на промышленный рост в сфере персональных компьютеров, мобильных телефонов и т.п. (Tatsumoto et al., 2011).

Если ТК состоит из заинтересованных сторон, которым стандарт необходим, то они (стороны) будут искать этот самый консенсус, будут приводить друг другу реальную аргументацию, а не некое абстрактное экспертное мнение и, в конце концов, придут к общему знаменателю. Бизнес должен быть заинтересован в применении таких стандартов, которые признаны всеми сторонами, в т.ч. государством и потребителями.

Таким образом, именно принятие решения на основе консенсуса в рамках ТК является принципиальной особенностью национального стандарта, что отличает этот вид документа от других документов, утверждаемых федеральными органами исполнительной власти и называемых стандартами.

Вопросы обеспечения консенсуса рассматривались в различных социально-психологических исследованиях, связанных с групповой динамикой (Е.И. Рогов, 2007; М.Г. Подопригора, А.Д. Тытарь, 2014; С.А. Давыдов, 2020; К. Левин, 2000). В этих исследованиях в основном упор делался на технологию переговоров, формирование правил и механизмов, регулирующих разрешение конкретных конфликтов, системную деятельность институтов власти и общественно-политических организаций с целью обеспечения общественного согласия и т.п. Так, в работе (Н.В. Гришина, 2008) отмечено, что «Технология достижения консенсуса трудна и сложна. Осмысление значимости этого подхода разрабатывается лишь в нескольких дисциплинарных направлениях: институционально-социологическом, социально-

психологическом, юридическом, теории международных отношений». Другими словами, консенсус как метод принятия решения следует использовать осторожно, в определенных сферах, когда этот подход является оправданным.

При этом во всех исследованиях, касающихся консенсуса, отмечается, что наряду с позитивными сторонами консенсуальный метод имеет и существенные издержки, связанные, в первую очередь, с затягиванием принятия решения из-за необходимости многократных согласований. На отмеченный фактор следует обратить особое внимание, т.к. консенсус как способ принятия решений всегда требует значительных временных ресурсов, которых может не быть в распоряжении ТК.

Уже эти предпосылки свидетельствуют о целесообразности разработки модели достижения консенсуса в ТК. Однако на этом пути имеется еще одно важное соображение. Изучение консенсуса на практике ставит множество вопросов, связанных с обеспечением воспроизводимости результатов исследования. Проведенный коллаборацией доказательных психологов анализ ста оригинальных экспериментальных исследований в области социальной психологии показал, что лишь некоторым группам удалось воспроизвести не более 39 экспериментов (Open science, 2015). Таким образом, корректно организовать социо-психологические исследования природы консенсуса для социальных групп (каковой является ТК) не представляется возможным.

В настоящее время отсутствуют устойчивые социологические данные о влиянии разных факторов, характеризующих группу, на время достижения консенсуса. Во-первых, известные результаты весьма противоречивы. Например, в работе Ryall et al., 2004 показано, что в малых группах дизайнеров (число членов группы не более четырех) при совместной работе с дисплеем увеличение числа членов ведет к более эффективной работе группы. В то же время в исследовании Sando et al., 2011 установлено, что при решении задач понимания пространственной структуры в группе из четырех испытуемых значительно снижается эффективность работы по сравнению с работой группы их двух человек. Во-вторых, как правило, анализ динамики групп опирается на исследования малых групп (1-5 человек, максимум десять испытуемых), тогда как число членов ТК варьирует от пяти до ста человек. Таким образом, требуется специальное исследование, посвященное анализу работы ТК в целях достижения консенсуса и выявления основных факторов, влияющих на процесс достижения консенсуса.

Применение математических моделей дает возможность получить универсальные выводы, которые могут быть использованы в практической деятельности управления технических комитетов по стандартизации или других социальных групп

Сложность формализации самой процедуры переговоров ведет к поиску принципиально новых подходов к решению задачи поиска консенсуса. Феномен достижения консенсуса возможно проанализировать на основе методологии моделирования, которая не ограничена числом участников группы. «Хорошая» математическая консенсусная модель, использующая имитационное моделирование, свободна от отмеченных выше системных дефектов. Актуальность построения таких моделей обусловлена необходимостью исследования факторов, влияющих на время достижения консенсуса в переговорах в ТК, чтобы повысить их эффективность и сократить временные затраты.

С учетом изложенного формулируется основная цель исследования применительно к консенсусному подходу — разработать математическую модель консенсуса, на основе которой установить основные факторы управления консенсусом в ТК. Применение математических моделей для указанных целей дает возможность получить универсальные выводы, которые могут быть использованы в практической деятельности управления ТК или других социальных групп.

МОДЕЛЬ КОНСЕНСУСА ДЕ ГРООТА НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯРНЫХ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

В 1974 г. известным американским математиком-статистиком Моррисом Х. Де Гроотом (1931-1989 гг.) была предложена математическая модель достижения консенсуса, основанная на регулярных цепях Маркова (De Groot, 1974).

В последние годы в связи с развитием и исследованием различных процессов в информационных сетях, совершенствованием мультиагентных систем эта модель стала весьма популярна (Golub et al., 2010; Buechel et al., 2015; В.М. Буре и др., 2014).



Основная цель исследования применительно к консенсусному подходу — разработать математическую модель консенсуса, на основе которой установить основные факторы управления консенсусом в техническом комитете по стандартизации

Можно предположить, что популярность модели обусловлена как простотой интерпретации, так и широкими возможностями для адаптации к различным практическим случаям.

Формализованная модель консенсуса выглядит следующим образом: пусть n — число членов ТК, участвующих в обсуждении, $S(0) = (S_{01}, S_{02}, \dots, S_{0n})$ — вектор начальных мнений членов ТК. Эксперты обмениваются между собой мнениями относительно значений вектора S . При этом мнение каждого из экспертов может меняться в зависимости от степени (уровня) доверия этого эксперта к мнению другого члена ТК, а также от степени уверенности (доверия) эксперта к своему мнению.

Степень доверия i -го эксперта к мнению j -го эксперта задается числом $0 < p_{ij} < 1$ ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$). При этом предполагается, что i -й эксперт доверяет и себе, т.е. имеет свое мнение, степень доверия к которому выражается величиной $p_{ii} > 0$. Физический смысл величины p_{ii} — степень амбициозности, доминирования i -го эксперта в группе.

Тем самым формируется квадратная матрица доверия $P = (p_{ij})$ размерности $n \times n$, которая задает итерационный процесс согласования мнений членов ТК.

Итак, на первом шаге согласования мнений экспертов вектор мнений членов ТК вычисляется по формуле:

$$S^T(1) = P \cdot S^T(0) = (S_{11}, S_{12}, S_{1n})^T.$$

На втором шаге согласования мнений экспертов вектор мнений членов ТК вычисляется по формуле:

$$S^T(2) = P \cdot S^T(1) = P \cdot P \cdot S^T(0) = P^2 \cdot S^T(0) = (S_{21}, S_{22}, S_{2n})^T.$$

После k -го шага согласований вектор мнений вычисляется по формуле:

$$S^T(k) = (S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kn})^T = P \cdot S^T(k-1) = \dots = P^k \cdot S^T(0). \quad (1)$$

Итерационный процесс прекращается на m -ом шаге, если все строки матрицы P^m становятся одинаковыми. Математически это означает, что матрица доверия P после m итераций достигла финальной матрицы F . С практической точки зрения это означает, что мнения экспертов (членов ТК) стабилизировались, и тем самым консенсус обеспечен, поскольку финальная матрица F при последующих итерациях уже не изменяется и, соответственно, уже не изменится вектор мнений экспертов:

$$S^T(m) = P^m \cdot S^T(0) = (S_{m1}, S_{m2}, \dots, S_{mn})^T.$$

Это согласуется с известным положением теории групповой динамики, описывающей процессы, происходящие в социальных группах: «...в конце концов группа находит точки соприкосновения, соединяя все полезные идеи воедино» (Е.И. Рогов, 2007).

Как вытекает из теории марковских цепей, необходимым и достаточным условием сходимости начальной матрицы P к финальной матрице F , т.е. необходимым и достаточным условием достижения консенсуса при любом векторе исходных мнений, является регулярность матрицы P (Ф.Г. Гантмахер, 2004). Другими словами, необходимо и достаточно, чтобы суммы по строкам матрицы P были равны 1 и при этом для каких-либо вероятностей p_{ij} выполнялось строгое неравенство $0 < p_{ij} < 1$. В терминах деятельности ТК важно, чтобы некоторые члены ТК обладали собственным мнением и к этим экспертам относились с доверием другие коллеги по ТК.

Рассмотрим несколько важных ситуаций, описываемых этой моделью, которые позволяют ее верифицировать.

1. *Сходимость.* Каковы бы ни были начальные мнения членов ТК, если матрица P регулярна (т.е. имеются не амбициозные, не доминирующие эксперты с выраженным мнением, которым доверяют другие члены ТК), то консенсус достижим, может, и за значительное число итераций (обсуждений в рамках ТК). Это вытекает из свойства сходимости регулярной матрицы к финальной.

2. *Глобальное доминирование.* Если в группе все эксперты с высокой самооценкой (т.е. можно полагать, что все $p_{ij}=1$), то матрица доверия P является единичной E и, следовательно, консенсус в группе недостижим, т.к. $P^m = E^m = E$. Этот вывод подтверждается большим числом наблюдений за работой различных групп: чем больше в ТК амбициозных членов, тем сложнее обеспечить консенсус в группе. Например, в работе (Е.И. Рогов, 2007) отмечается,

что «...сильнее всего продуктивную работу нарушает присутствие неформальных лидеров, которые тянут одеяло на себя», поэтому доминирование должно пресекаться, т.к. оно исключает консенсус. Это означает, например, что в представители органов власти в ТК должны входить только как рядовые члены комитетов.

3. *Повышенная самооценка.* Если в группе имеется эксперт с высокой самооценкой (без ограничения общности можно считать, что это $p_{11} = 1$), то его мнение в результате согласований (итераций) не изменяется, т.е. в финальной матрице $p_{11} = 1$ (И.З. Аронов, О.В. Максимова, 2021). Этот вывод также понятен: амбициозного (авторитарного) члена ТК сложно переубедить. При наличии других членов, которые оказывают этому эксперту доверие, в такой группе консенсус достигим. Поэтому именно наличие лидера обеспечивает сходимости мнений и, соответственно, консенсус.

Здесь отметим, что уровень доверия эксперта к самому себе можно интерпретировать как уровень (степень) доминирования или степень авторитарности. Такая замена носит не семантический характер, а смысловой: дело в том, что авторитарность как свойство личности поддается шкалированию, в отличие от доверия (Д.М. Денисова, 2012).

4. *Перенос ответственности.* Рассмотрим ситуацию, которую можно охарактеризовать поговоркой «Иван кивает на Петра»: каждый эксперт полностью доверяет мнению другого эксперта (снимает с себя ответственность за решение). Например, этому случаю соответствует матрица \mathbf{P} следующего вида:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 0 & 1 \dots & 0 \end{pmatrix}.$$

В теории марковских цепей показано, что переходная матрица такого вида не сходится к финальной матрице. Следовательно, для такой группы консенсус недостижим. Таким образом, эффективность работы ТК, в котором отношения построены на принципах «передачи ответственности», низка.

На самом деле достаточно в группе иметь хотя бы двух «безответственных» экспертов, чтобы достижение консенсуса стало невозможным.

Может показаться странным, что эксперты снимают с себя ответственность за принятие решений и передоверяют решение другому члену ТК. Однако анализ групповой динамики показывает, что это известное явление, т.к. «групповая деятельность... дает

Уровень доверия эксперта к самому себе можно интерпретировать как степень доминирования или авторитарности. Такая замена носит не семантический, а смысловой характер: авторитарность как свойство личности поддается шкалированию, в отличие от доверия

возможность «спрятаться за чужие спины», переложить ответственность... Выделяется своеобразный тип людей, которых можно назвать безбилетниками»². Этот эффект «социального лодыря» был впервые продемонстрирован М. Рингельманом уже в начале XX в. и современные исследования этот вывод подтверждают (Н.Е. Аймаутова, С.В. Ушнев, 2003).

5. *Коалиции.* Рассмотрим ситуацию, характерную для образования коалиций в ТК. Проиллюстрируем ее примером работы ТК из четырех членов, которые сформировали две коалиции: эксперт №1 доверяет только себе и эксперту №2; эксперт №2 доверяет себе и эксперту №1; соответственно, эксперт №3 доверяет только себе и эксперту №4; член ТК №4 доверяет себе и эксперту №3.

Возможная начальная матрица \mathbf{P} доверия имеет следующий вид:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} \boxed{0,7} & \boxed{0,3} & 0 & 0 \\ \boxed{0,4} & \boxed{0,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \boxed{0,5} & \boxed{0,5} \\ 0 & 0 & \boxed{0,5} & \boxed{0,5} \end{pmatrix}.$$

Непосредственной проверкой можно убедиться, что возведение этой матрицы в любую степень приводит к тому, что меняются только ненулевые значения элементов матрицы. Это значит, что коалиции в группе устойчивые, и консенсус в группе недостижим.

Матрицы подобного вида и соответствующие им марковские цепи называются разложимыми (Ф.Г. Гантмахер, 2004). Т.к. произведение (и, соответственно, степень) разложимых матриц является

² www.pro-psixology.ru/socialno-psixologicheskie-fenomeny/145-dinamicheskie-processy-v-gruppe.html (дата обращения 17.10.2023).



Если в результате интерпретации модели выяснилось, что время достижения консенсуса в техническом комитете по стандартизации является отрицательным, то целесообразно такую модель забраковать

разложимой матрицей, то, очевидно, в этой ситуации консенсус недостижим (для любого $n > 2$).

В литературе по групповой динамике даются аналогичные выводы: «работу группы часто парализуют личности или фракции, которые придерживаются строго противоположных позиций» и «нередко в состав общей группы входят более мелкие образования, между которыми существуют разного рода коалиции и альянсы» (Е.И. Рогов, 2007). Это осложняет процесс выработки консенсуса». В терминах работы ТК это значит, что для ТК наличие коалиций препятствует консенсусу.

Соглашатели. Введем понятие «соглашатель», под которым будем понимать эксперта с нулевой авторитарностью, при этом остальные эксперты ему не доверяют. Например, в следующей начальной матрице P доверия соглашатель — первый член группы:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 0,2 & 0,4 & 0,4 \\ 0 & 0,5 & 0,2 & 0,3 \\ 0 & 0,1 & 0,4 & 0,5 \\ 0 & 0,2 & 0,5 & 0,3 \end{pmatrix}.$$

Другими словами, соглашатель — это эксперт, которому никто в ТК не доверяет, а он, в свою очередь, доверяет любым другим экспертам, но не себе. Мнением соглашателя в итоге можно пренебречь, т.к. в матрице F ему будет соответствовать нулевой столбец. Соглашатели не оказывают влияния на процесс достижения консенсуса.

Анализ рассмотренных выше практических ситуаций позволяет считать, что модель Де Гроота верифицирована.

ВРЕМЯ ДОСТИЖЕНИЯ КОНСЕНСУСА

Верификация модели позволяет исследовать время достижения консенсуса в зависимости от

нескольких факторов: числа членов ТК и степени их авторитарности.

Авторами в течение ряда лет (2017-2023 гг.) был проведен ряд статистических экспериментов (симуляций) в рамках модели Де Гроота для различных практических ситуаций.

Коротко прокомментируем некоторые результаты моделирования.

1. Рост числа членов ТК почти всегда отрицательно влияет на время достижения консенсуса, если число членов в группе более пяти.

2. В малых группах (с числом членов пять и менее) с низкой авторитарностью членов снижение численности экспертов приводит к резкому увеличению времени достижения консенсуса. Доказано, что прийти к консенсусу в диадах с низкой авторитарностью экспертов очень сложно, время достижения консенсуса может вырасти более чем в 10 (и даже в 100) раз по сравнению с группой, например, из пяти членов (О.В. Максимова, И.З. Аронов, 2023).

3. С ростом авторитарности нелояльных членов группы (любой численности) значительно увеличивается время достижения консенсуса (Zazhigalkin et al., 2019).

4. Наличие коалиций в ТК препятствует достижению консенсуса. Однако уступка (даже небольшая), сделанная одной коалицией по отношению к другой, позволяет обеспечить консенсус в ТК. При этом неважно, какая коалиция уступила — большая по численности или нет (И.З. Аронов, О.В. Максимова, 2020).

5. Наличие лидера в группе позволяет обеспечить более гармоничный консенсус за счет учета в общем решении позиций всех членов группы. Наличие в группе руководителя (в силу должностных обязанностей) обеспечивает консенсус, опирающийся на мнение руководителя (И.З. Аронов, О.В. Максимова, 2022б).

6. Принятие решений в ТК по принципу «консенсус минус k », где k — число экспертов в группе, чье мнение не учитывается, позволяет резко сократить время достижения консенсуса (И.З. Аронов, О.В. Максимова, 2022а).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье показано, что «хорошая» абстрактная (математическая) модель позволяет с достаточной полнотой исследовать сложные явления групповой динамики, связанные с принятием решения по принципу консенсуса. Психологические характеристики членов ТК (социальной группы) сказываются на времени достижения консенсуса. Чем больше эксперт

доверяет себе (более авторитарен), тем меньше он доверяет другим членам группы. Этот факт отрицательно сказывается на процессе достижения консенсуса.

Модель Де Гроота себя не исчерпала и позволяет находить корректные решения в различных практических ситуациях (О.В. Максимова, И.З. Аронов, 2022; 2023).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. **Аронов И.З., Максимова О.В.** Теоретическое моделирование достижения консенсуса в условиях коалиций на основе регулярных марковских цепей // Компьютерные исследования и моделирование. — Т.12. — 2020. — № 5. — С. 1247—1256. DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-5-1247-1256.
2. **Аронов И.З., Максимова О.В.** Моделирование достижения консенсуса в условиях доминирования в социальной группе // Компьютерные исследования и моделирование. — Т.13. — 2021. — № 5. — С.1067—1078. DOI: 10.20537/2076-7633-2021-13-5-1067-1078.
3. **Аронов И.З., Максимова О.В.** Документы по стандартизации: математическая модель неполного консенсуса // Стандарты и качество. — 2022. — № 3. — С.40—43. DOI:10.35400/0038-9692-2022-3-248-2.
4. **Аронов И.З., Максимова О.В.** Математическая модель консенсуса в социальной группе при наличии лидера и руководителя // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. — 2022. — № 2. — С.12—21.
5. **Аронов И.З., Максимова О.В.** Теория консенсуса: учебное пособие. — М.: Изд-во МГИМО-Университет, 2022. — 57 с.
6. **Аймаутова Н.Е., Ушнев С.В.** Специфика группового принятия решения // Вестник РУДН. Серия «Социология». — 2003. — № 1(4). — С.195—200.
7. **Буре В.М., Екимов А.В., Свиркин М.В.** Имитационная модель формирования профиля мнений внутри коллектива // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. — 2014. — № 3. — С. 93—98.
8. **Гантмахер Ф. Р.** Теория матриц. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 559 с.
9. **Гришина Н. В.** Психология конфликта. — СПб.: Питер, 2008. — 544 с.
10. **Давыдов С.А.** Социология: конспект лекций. — М.: Т8, 2020. — 160 с.
11. **Денисова Д.М.** Шкала F как инструмент исследования авторитарного потенциала личности // Тр. СПИИРАН. — 2012. — вып. 21. — С. 228—337.
12. **Исенко А.И.** Понятия модели и моделирования в человеческой деятельности // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2015. — № 4, С.31—35. URL:<http://e-koncept.ru/2015/15095.htm>
13. **Левин К.** Разрешение социальных конфликтов. — СПб.: Речь, 2000. — 231 с.
14. **Максимова О.В., Аронов И.З.** Особенности достижения консенсуса в группе аудиторов. // Вестник Магнитогорского Университета. — 2023. — № 2, С. 67—75. DOI: 10.18503/1995-2732-2023-21-2-67-75
15. **Максимова О.В., Аронов И.З.** Моделирование этнохозяйственного консенсуса между хозяйствующими субъектами и Советами представителей коренных и малочисленных народов Севера РФ. Экологический мониторинг и моделирование экосистем. — Т. XXXIII. — 2022. — № 1—2. — С.49—63. DOI:10.21513/0207-2564-2022-1-2-49-63
16. **Неуймин Я.Г.** Модели в науке и технике. История, теория, и практика. — Л.: Наука, 1984. — 192 с.
17. **Подопригора М.Г., Тытарь А.Д.** Теория организации и организационное поведение. — Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. — 264 с.
18. **Рогов Е.И.** Психология группы. — М.: Владос, 2007. — 430 с.
19. **Талеб Н.** Статистические последствия жирных хвостов: о новых вычислительных подходах к принятию решений. [пер. с англ. В.Ф. Боруна]. — М.: КолЛибри, Азбука-Аттикус, 2023. — 480 с.
20. **Ушаков Д.Н.** Толковый словарь современного русского языка. — М.: Аделант, 2013. — 800 с.
21. **Штофф В.А.** Моделирование и философия. — М.-Л.: Наука, 1966. — 304 с.
22. **Buechel B., Hellmann T., Klöbner S.** Opinion dynamics and wisdom under conformity, Journal of Economic Dynamics & Control, 2015, Vol. 52, pp. 240—257.
23. **De Groot M.H.** Reaching a consensus, Journal of the American Statistical Association, 1974, Vol. 69. — No. 345.
24. **Golub B., Jackson M.O.** Naive Learning in Social Networks and the Wisdom of Crowds, American Economic Journal: Microeconomics, 2010, Vol. 2. —No. 1, pp. 112—149.
25. Open science collaboration. Estimating the reproducibility of psychological science. Science: 2015, Vol. 349 — Issue 6251.
26. **Ryall K., Forlines C., Shen C., Morris M.R.** Exploring the Effects of Group Size and Table Size on Interactions with Tabletop Shared-Display Groupware, ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 2004, November, pp. 284—293.
27. **Sando T., Tory M., Irani P.** Impact of Group Size on Spatial Structure Understanding Tasks, IEEE Pacific Visualization Symposium, Hong Kong, China, 1-4 March, 2011.
28. **Tatsumoto H., Ogawa K., Shintaku J.** Strategic Standardization: Platform Business and the Effect on International Division of Labor, Annals of Business Administrative Science, 2011, No. 10, pp. 13—26.
29. **Zazhigalkin, A.V., Aronov, I.Z., Maksimova, O.V., Papic L.** Control of consensus convergence in technical committees of standardization on the basis of regular Markov chains model, Springer India: International Journal of Systems Assurance Engineering and Management, 2019, Vol. 1, pp. 1—8. <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00765-1>

АВТОРЫ:

УДК 519.86

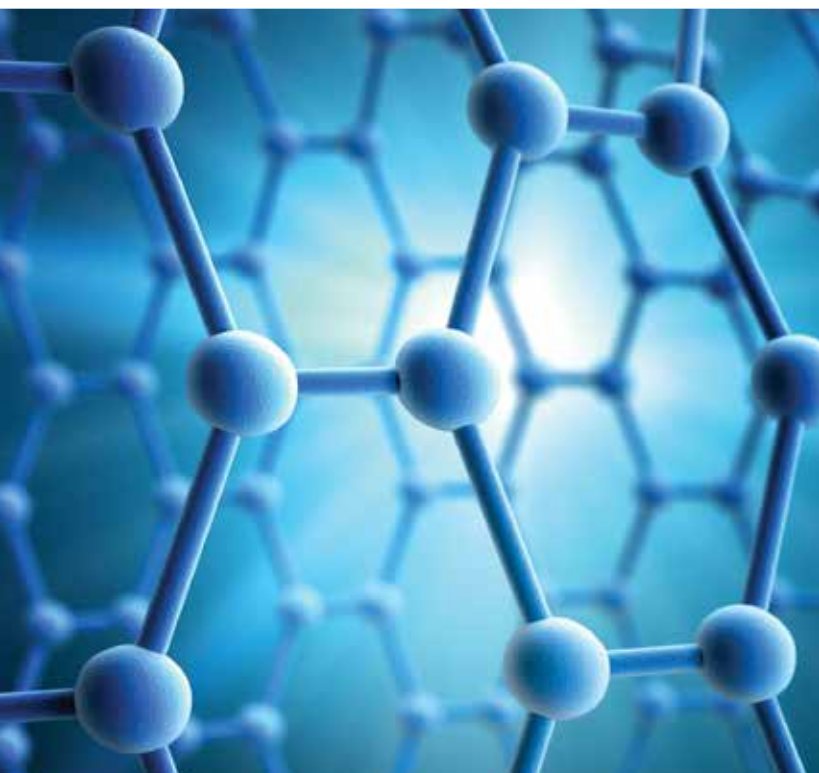
И.З. АРОНОВ, д.т.н., профессор кафедры «Торговое дело и торговое регулирование» МГИМО МИД России,

О.В. МАКСИМОВА, к.т.н., ведущий научный сотрудник ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля», доцент НИТУ МИСИС



Контроль качества КОМПОЗИТНЫХ образцов

при испытаниях на статику и усталость



Авторами представлена методика, направленная на изучение качества изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ). Данная методика объединяет разрушающие и неразрушающие методы контроля и методы, относящиеся к неразрушающим условно, для решения проблемы уточнения уравнения кривой усталости в целях приближения в перспективе к направленному регулированию свойств композитов путем управления качеством их производства. В ходе исследования установлены корреляции между неразрушающими и разрушающими методами контроля прочности.

При построении кривой усталости полимерных композиционных материалов (ПКМ) часто имеют место приостановки (так называемые цензурирования). Цензурирование применяется к той части образцов, которые не разрушились к моменту окончания испытаний. Состояние образцов — их физико-механические характеристики — изуча-

лось при проведении как статических, так и динамических механических испытаний на остаточную прочность с попутным динамическим определением жесткости. Помимо изучения качества



Ключевые слова: композиционный материал, усталость материала, промышленная томография, распределение деформаций, спекл-интерферометрия.

изделий была произведена оценка состояния подвергнутых цензурированию образцов, полученных в ходе испытаний на усталость. Цензурированные образцы сопровождалась информацией о нагрузке и количестве циклов, которые выдержал образец до окончания испытаний. В работе [1] проанализирована эффективность современных методов испытаний при сдвиге в плоскости листа композитов. При этом было важно получить доступную дополнительную информацию путем проведения испытаний различными методами (как разрушающими, так и неразрушающими), поскольку именно изучение всей цепочки в дальнейшем может привести к установлению корреляций и открыть путь к направленному регулированию свойств путем управления качеством производства композита.

Методы неразрушающего контроля широко используются в исследовании качества композитов, например ультразвуковые исследования [2–4].

Промышленная томография также является неразрушающим методом; извлеченная качественная и количественная информация о происходящих процессах визуализируется с помощью специального программного обеспечения [5–9].

Возникает вопрос о достоверности неразрушающих методов, который должен решаться путем сопоставления их результатов с результатами, связанными с разрушением образцов. Достаточно освоенным и перспективным методом является изучение полей деформаций. В случае однонаправленного нагружения применение этого метода является необходимым условием для решения более сложных задач — исследований деталей сложной конфигурации и в сложном напряженном состоянии. Хорошо зарекомендовал себя метод, который позволяет регистрировать, а также исследовать деформированное состояние образца, — корреляция цифровых изображений [10].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

- Исследовались малогабаритные образцы полимерного композита, предварительно подвергнутые циклическому сжатию и не разрушившиеся по



Рис. 1. Образец для исследования: $h=3$, $b=9$, $l=13,5$ мм

Возникает вопрос о достоверности неразрушающих методов, который должен решаться путем сопоставления их результатов с результатами, связанными с разрушением образцов

достижении базы испытаний. На следующем этапе они были подвергнуты томографическому анализу. На заключительном этапе было проведено испытание на сжатие с динамическим определением жесткости. На этапе разрушающих испытаний для регистрации и визуализации полей



Рис. 2. Испытательная машина с гидравлическими захватами с установленным образцом для испытаний на сжатие



Различия могут быть вызваны как разным состоянием подвергнутых цензурированию образцов (различные нагрузки), так и нестабильностью технологического процесса производства

деформаций использован бесконтактный метод корреляции цифровых изображений.

• Объектом исследования в данной работе являлся композитный материал, матрицей которого является эпоксидное связующее, а армирующим элементом — углеродная нить *Tenax-E® E23 24k/830 tex* производства *TEIJIN CARBON EUROPE GMBH*. Образцы были изготовлены из полимерного композиционного материала с продольной укладкой нитей. На *рис. 1* представлен составной образец с размерами. Испытания на статическое сжатие по-

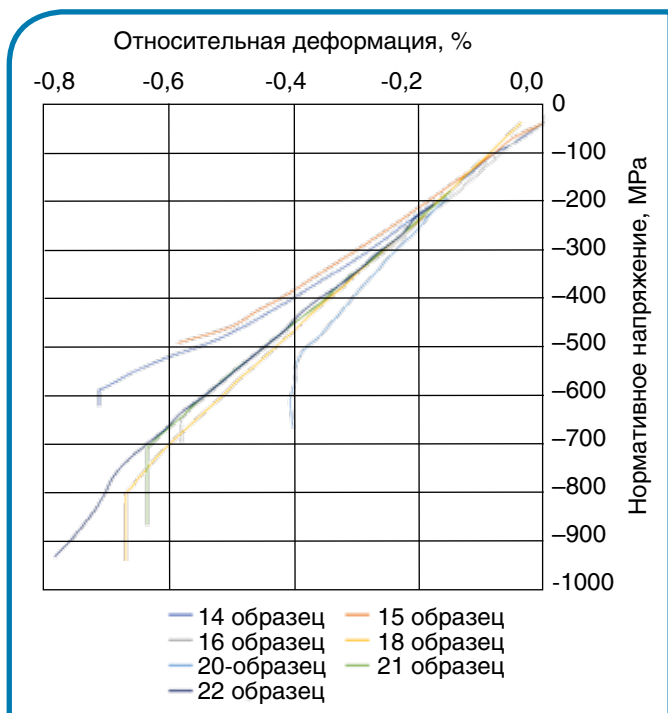


Рис. 3. Кривые деформации подвергнутых цензурированию образцов

Табл. 1. Статические прочностные характеристики образцов

Величина	Значение	Размерность
Среднее σ_c^B	701,3	МПа
СКО	175,0	МПа
Коэффициент вариации, V	0,25	

Табл. 2. Предыстория (циклическое нагружение) исследуемых образцов

Номер образца	N, циклы	σ_c , МПа
9	100000	264
14	100000	251
15	100000	252
16	100000	258
18	100000	260
20	100000	260
21	100576	272

сле усталости (*рис. 2*) и дальнейшие томографические исследования были проведены на испытательном комплексе *Shimadzu*.

• Исходные прочностные характеристики материала до начала испытаний на усталость приведены в *табл. 1*.

• Результаты испытаний на усталость при сжатии (отрицательная асимметрия) для исследуемых образцов без разрушения при различных амплитудах напряжений представлены в *табл. 2*. Количество образцов в исследованиях томографии и остаточной прочности составило 8.

Были построены диаграммы нагружения и определены значения остаточной прочности отдельных образцов (*рис. 3*).

Образцы демонстрируют разброс как по модулю упругости (наклон кривых разный), так и по значениям предела прочности. На *рис. 4* показана гистограмма распределения остаточной прочности; для образцов с продольной укладкой волокон перед процессом разрушения наблюдается линейно-упругий характер деформации.

Данные на *рис. 4* указывают на значительный разброс показателей. Различия могут быть вызваны как разным состоянием подвергнутых цензурированию образцов (различные нагрузки), так и нестабильностью технологического процесса производства, а именно дефектностью границы раздела «волокно-полимер». Этот показатель требует выяснения закономерностей и их модификации, как и выработки механизма их регулирования [11].

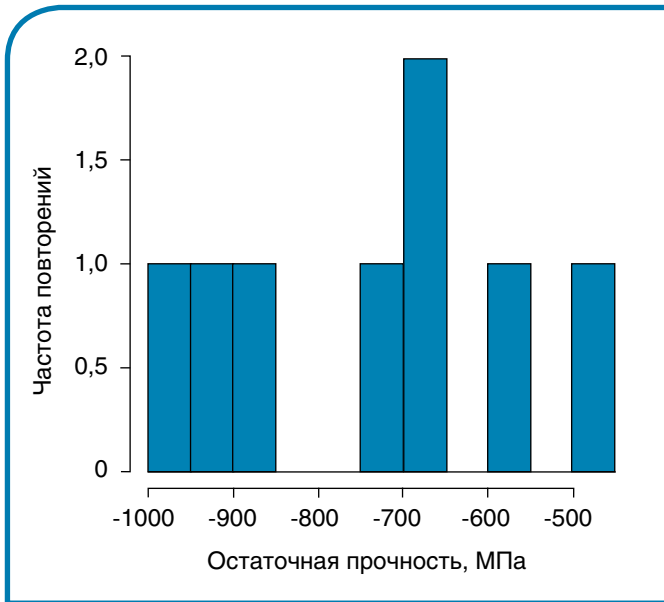


Рис. 4. Гистограмма остаточной прочности цензурированных образцов

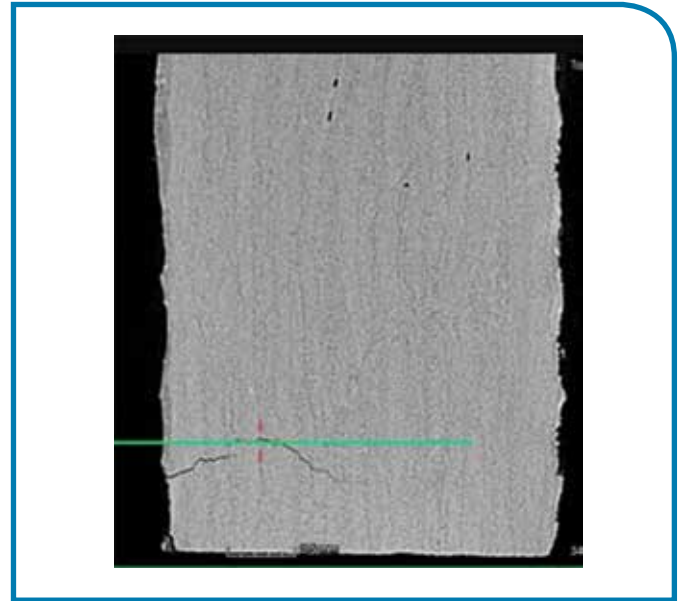


Рис. 5. Томографическое изображение образца №16

ТОМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В качестве метода прогнозирования ухудшения свойств после усталостных испытаний был выбран метод промышленной томографии подвергнутых цензурированию образцов. Радиационное воздействие на образцы минимально, и образцы, подвергнутые томографии, могут быть использованы для последующих испытаний повторно. В качестве примера на рис. 5 показана томография образца №16. При рассмотрении изображения видно, что имеется поперечная трещина, которая является концентратором напряжений. Это может указывать и на типичную зависимость адгезионной прочности в соединениях, и на неравномерность поля напряжения на границе раздела. Вероятно, это произошло в процессе отверждения, что в итоге повлияло на структурно-морфологическую организацию соединений и повлекло зависимость механизма разрушения адгезионного соединения после процесса усталостных испытаний.

ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДВЕРГНУТЫХ ЦЕНЗУРИРОВАНИЮ ОБРАЗЦОВ

Рейтинги ($R = 0, 1...10$) были назначены экспертами для цензурированных образцов для определения степени их повреждения на основе анализа томографического изображения. Пример такого изображения показан на рис. 5. Дефекты клас-

сифицируются следующим образом: 0, если образец сильно поврежден, и 10, если образец не имеет дефектов. Поперечные трещины и изломы свидетельствуют о том, что образец сильно поврежден при испытаниях на усталость. Принято считать, что включения (металлические и неметаллические) еще больше ухудшают рейтинг. Классификация от 0 до 10 основана на количестве и объеме обнаруженных пор (в программе расслоения определяются как поры). Крупные поры или множественные расслоения по всей толщине образца давали более низкие оценки (образцы №№20, 21, 22). Образец №9 имеет самый высокий рейтинг, потому что

Табл. 3. Значения напряжений и деформаций при статическом нагружении цензурированных образцов

Номер образца	σ_c^B , МПа	$E_{\text{остаточный}}^B$, МПа	Рейтинг R по оценке экспертов	$\varepsilon_{\text{ост}}$, %
9	-567	53785	6	-1,08
14	-667	86824	0	-0,71
15	-495	83366	3	-0,59
16	-708	119682	0	-0,58
18	-966	140063	3	-0,67
20	-698	164925	2	-0,41
21	-878	136095	1	-0,64
22	-939	118805	1	-0,78

Исследования томограмм образцов с назначением цензурированным образцам рейтингов в дальнейшем могут быть использованы при построении нечеткой модели регрессии для планирования эксперимента

в нем наименьший процент пустот. Номинальные значения R и другие параметры указаны в табл. 3.

На рис. 6 показана корреляция между остаточной прочностью и оценками на основе томографии. Корреляционный анализ очень важен для анализа воспроизводимости результатов исследования. Поскольку два исследования (неразрушающее и разрушающее) имеют разные инструменты и испытания с различными последствиями, важно установить корреляцию результатов. Это могло бы свидетельствовать о правильности выбранной процедуры тестирования.

Исследования томограмм образцов с назначением цензурированным образцам рейтингов в дальнейшем могут быть использованы при по-

строении нечеткой модели регрессии. Такая модель может быть использована при планировании эксперимента.

ИСПЫТАНИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ПРОЧНОСТЬ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

В ходе испытаний ставилась задача определить локальное распределение деформации и смещения поверхности образца и произвести дальнейшую статистическую обработку. Корреляционно-оптические методы — электронная цифровая (корреляционная) спекл-интерферометрия (ЭЦСИ) и метод корреляции цифровых изображений (КЦИ) позволяют выполнять высокоточные измерения полей перемещений и деформаций на поверхности объектов исследования с высокой степенью информативности [4]. Они подходят для обработки результатов статической нагрузки и относятся к неразрушающим методам условно.

Для характеристики смещения и деформации и установления их взаимосвязей был использован метод КЦИ [11]. На поверхность образцов наносилась особая спекл-структура (хаотично расположенные микроточки). При статической нагрузке поверхность образца фиксировалась видеоаппаратурой с высоким разрешением и частотой кадров. Для регистрации и обработки экспериментальных данных использовалась бесконтактная измерительная система VIC 3D. В процессе нагружения точечные диаграммы смещения, деформации и коэффициента Пуассона образцы оценивались путем анализа смещения случайно разбросанных микроточек.

При испытании образцы нагружались последовательно с шагом 0,05 кН до разрушения, во время загрузки фотографировалась область, покрытая спеклами, данные с камеры обрабатывались на компьютере. После этого данные о деформациях при нагружении и механической обработке были проанализированы и для каждого образца были построены карты деформации: значения деформации измерялись с помощью цифрового экстензометра, на схеме деформации выбиралась линия, на которой измеряется деформация, и оценивалось среднее значение деформации. Достигнутые максимальные уровни напряжений и максимальные зарегистрированные продольные и поперечные деформации, а также значения напряжений для средней продольной деформации для каждого образца приведены в табл. 3.

На рис. 7 показана компьютерная обработка изображения разрушенного образца №16: разрушения

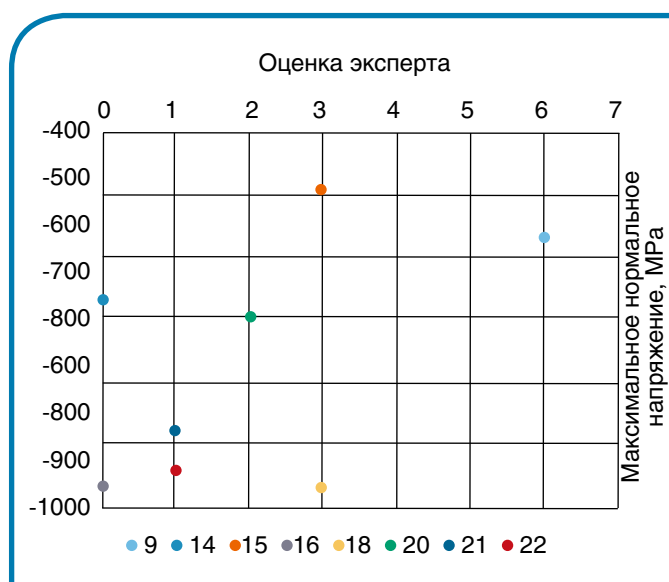


Рис. 6. Корреляции между рейтингами по результатам томографии и показателями остаточной прочности для цензурированных образцов

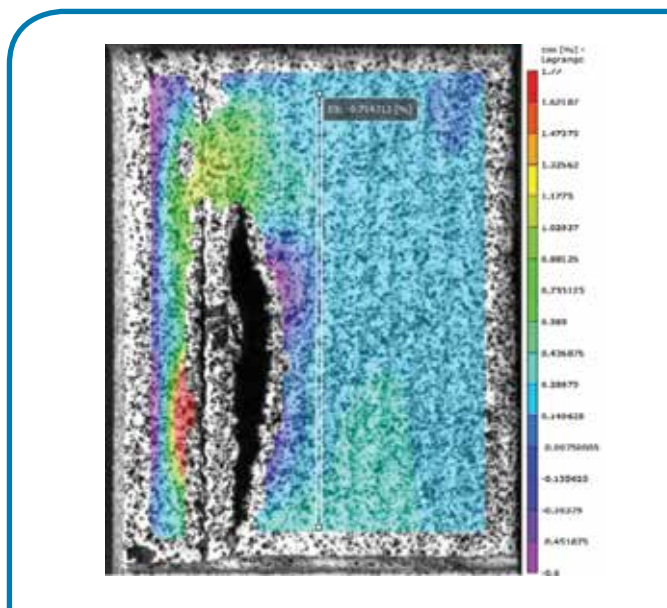


Рис. 7. Компьютерная обработка изображения образца №16

фиксируются вблизи областей с высокой концентрацией деформаций, т.е. характер разрушений полностью совпадает с таковым на томограммах. Этот факт подтверждает согласованность результатов неразрушающего (томография) и разрушающего (компрессия до разрушения) методов. Таким образом, существует корреляция между оценками рейтингов томографии и остаточными разрушающими напряжениями, что является косвенным подтверждением правильности выбранной методологии исследования.

РЕЗЮМЕ

Разработанная методика с успехом может быть применена в производственных лабораториях при планировании исследования качества полимерных композиционных материалов и планировании экспериментов, а также на участках, производящих композиты, а сравнение картин деформации, полученных в ходе тестирования, с результатами томографии может помочь в определении локальных концентраций напряжений в области дефектов и микротрещин.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Попов А.Г., Матюшевский Н.В., Лисаченко Н.Г. Анализ эффективности современных методов испытаний при сдвиге в плоскости листа образцов из высокопрочных углепластиков // Заводская лаборатория. Диагностика

материалов. 2023; 89(2(1)):50-62. DOI: 10.26896/1028-6861-2023-89-2-1-50-62.

2. Chulkov D.I., Terekhin A.B., Dumansky A.M. A study of physical and mechanical characteristics of polymer composite materials by ultrasonic technique. 2020. Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 934 012031. DOI 10.1088/1757-899X/934/1/012031.

3. Бойчук А.С., Диков И.А., Генералов А.С., Чертищев В.Ю. Ультразвуковой контроль образцов в процессе разработки и испытаний новых марок углепластика // Труды ВИАМ. 2021, № 12 (106). — С. 86—95.

4. Думанский А.М., Терехин А.В., Типикин М.Е., Чулков Д.И. Ультразвуковой неразрушающий контроль структурной однородности композиционных материалов и конструкций на их основе // Композиты и наноструктуры. 2021, т. 13. — № 2. — С. 47—52. DOI: 10.36236/1999-7590-2021-13-2-47-52.

5. Любимова М., Князева Т. Обработка томографических изображений средствами вейвлет-анализа // Журнал новых медицинских технологий. 2014, №1. — С. 1—4. DOI: 10.12737/4110.

6. Lamary P. et al. X-ray tomographic image post-processing and a new 2D LBM simulation for the determination of the porosity and the static airflow resistivity of an acoustic fibrous material. Applied Acoustics. 2020, Vol. 169, pp.1–16. DOI: 10.1016/j.apacoust.2020.107452.

7. Ha S.J. et al. Parameterization of the representative sizes of microstructural features in rocks using 3D X-ray computed tomographic images. Computational Geosciences. 2020, vol. 144. DOI: 10.1016/j.cageo.2020.104590.

9. Zhang Y., Romanowski A., Nowak A., Fjeld M., Rao G. Is industrial tomography ready for augmented reality? A need-finding study of how augmented reality can be adopted by industrial tomography experts. 2022. https://www.researchgate.net/publication/359392882_

9. Разумовский И.А., Одинцев И.Н., Плугатарь Т.П. Методы экспериментально-расчетного исследования остаточных напряжений в элементах конструкций // Актуальные проблемы механики. 2022, т. 11. — С. 116—119.

10. Горбаткина Ю.А., Иванова-Мумжиева В.Г. Адгезия модифицированных эпоксидов к волокнам. — М.: Торус Пресс, 2018. — 216 с.

11. Schreier H., Orteu J.J., Sutton M.A. Image correlation for shape, motion and deformation measurements. Basic concepts, theory and applications. Springer New York, NY. 2009, 342 p. DOI: 10.1007/978-0-387-78747-3.

АВТОРЫ:

УДК.658.56

Р.Г. КАЖЛАЕВ, аспирант Института машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук (РАН),

Т.П. ПЛУТАГАРЬ, младший научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН,

М.С. ПУГАЧЕВ, научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН,

В.А. КОПЫТОВ, ведущий инженер ООО «Остек-СМТ»,

И.С. МАЙДАНОВ, инженер-технолог АО «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология»» им. А. Г. Ромашина, г. Обнинск,

И.В. ГАДОЛИНА, старший научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН

Accelerating innovation

in industry through a synergic approach

Innovation Engineering is defined as a method for solving technology and business problems for organizations who want to innovate, adapt, and/or enter new markets using expertise in emerging technologies (e. g. data, AI, system architecture), technology business models, innovation culture, and high-performing networks. Since the beginning of the 21st century a new stream in the area of innovation management and innovation research has been appeared. It focuses more on engineers and engineering processes: an approach of new thinking which is called Innovation Engineering [1]. A chapter in the book [2] tells the story of an engineer who, faced with conflicting data, refused to ignore discrepancies, followed their logic, and as a result created a breakthrough technology that changed the manufacturing scenario for stainless steels. Ecological problems in innovations are discussed in [3]. In [1] the importance of creation new teaching tools for the future engineers-innovators is discussed.

The theoretical model is developed and the practical method for shortening the commercialization (introduction) time for composite materials and structures is offered. The method is based on synergetic approach, analysis of bifurcation points, as well as managing the flows of materials, energy and information at the input of the being updated system.

Although there are many investigations in this field, so far there is no mathematical model which describe the process of innovation commercialization. In this paper we try to describe one.

Research and development of machine-building enterprises are innovative areas of scientific and technical activities, moving towards successful evolution. In this way, innovations can be introduced in a scenario of gradual replacement of the dominant (basic) technology with one or more innovative ones. In this case, there may be significant delays in the implementation process due to the strong resistance of the replaced technology. Fig. 1 shows as an example, a real trajectory of innovative development, which is associated with the historical fact [4] of a significant delay ΔT of technological substitution of sailing ships with steamships on Transatlantic lines in the period from 1797 to 1964. This is indicative, but not the only example of a long delay in innovation. In this regard, it is important to analyze the possibilities and ways

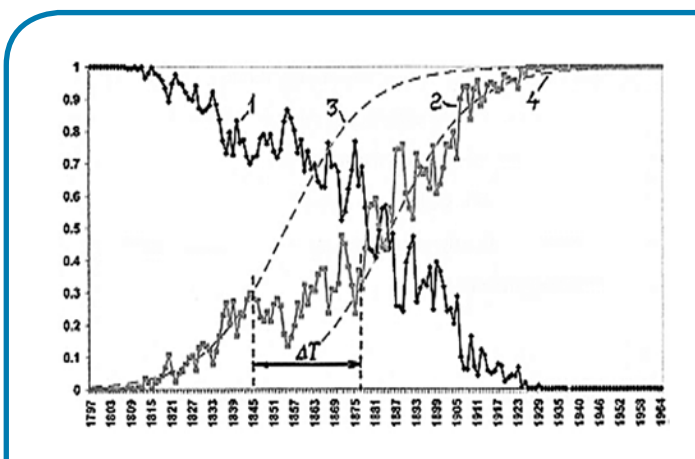


Fig.1. Example of implementation delay ΔT due to strong resistance in the process of replacement of sailing ships technology (line 1) with steamships (line 2).



Ключевые слова: accelerating the commercialization, introduction, composite material, composite structure, innovation, bifurcation point, synergetics, informational entropy, lean innovation.

to accelerate the process of introduction of innovative technologies, materials and structures.

Specific results of innovative activity in modern Russia do not always meet expectations due to underestimation of the importance of scientific management of innovation and investment processes. New opportunities are opened by approaches based on synergetics, identification and analysis of bifurcation points and attractors of technological development. Technological systems in the course of their updating develop as open dissipative steadily nonequilibrium systems capable of self-organization.

The availability of energy, information and material flows (which are the flows of investment, scientific and patent information, personnel, equipment, etc.) from external sources to the system and their dissipation are prerequisites for the activity of the updated system. As a critical element of the updated system, the local zone of the increased gradient of the defining parameter X , which limits the mode of existence (“mode of being”) for the entire updated system, is considered. To analyze the behavior of the critical element, a model of a bistable element with two stable states – old and new, in each of which it can state long enough, is used. External influences can cause the critical element to switch from one state to another. To cause this transition, the intensity of the impact must exceed some threshold level of X_{th} . Depending on the ratio of probabilities P_0 and P_1 of finding the critical element in the old or new states, respectively, three characteristic modes of existence of the updated system are considered: old ($P_0 > P_1$), transitional ($P_0 = P_1$) and new ($P_0 < P_1$).

The most important state function of the system is entropy. In open systems, the entropy change can be divided into the sum of two components: the entropy flow, depending on the exchange processes with the environment, and the production of entropy, due to irreversible processes within the system [5]. The certain stages of temporal evolution of the system can occur at a general downturn of entropy. According to the traditional interpretation of entropy as a measure of disorder, this means that during evolution disorder decreases due to the outflow of entropy, self-organization occurs, the system evolves to a more complex structure. In this case, new types of dissipative structures may arise, hierarchy within the system and differentiation of subsystems may deepen, structure and complexity may change. In a stable nonequilibrium state, the positive production of entropy within the system is compensated by a negative flow of entropy, i.e., the influx of information from outside the system or from other hierarchical levels within the system itself [6].

To analyze the evolution of the being updated system, the dynamics of information entropy is studied, which is a measure of the uncertainty of the existence of the system, and is equal to the amount of information on Shannon, needed to remove this uncertainty [7]:

$$H = - \sum_{j=0}^1 P_j(t) \log_2 P_j(t). \quad (1)$$

The analytical dependence for the description of the information entropy flow dynamics $H(t)$ in time t is obtained in the form [8]:

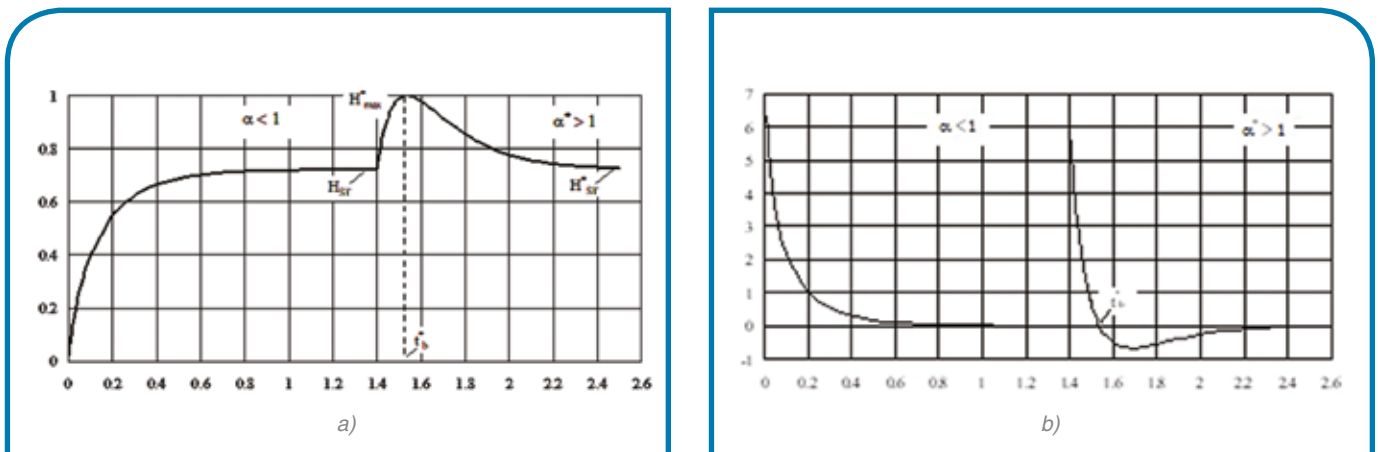


Fig.2. Dynamics of the informational entropy flow changes: $H(t)$ (a) and the velocity dH/dt (b) in the case of system innovation ($\alpha < 1$; $\alpha^* > 1$), a) $H(t)$; b) dH/dt .

$$H(t) = -\frac{\alpha}{1+\alpha} \frac{1}{2} \left\{ \frac{1+\alpha e^{-\beta t}}{\alpha} h \left[\frac{1}{1+\alpha} (1+\alpha e^{-\beta t}) \right] + (1-e^{-\beta t}) h \left[\frac{\alpha}{1+\alpha} (1-e^{-\beta t}) \right] \right\}, \quad (2)$$

where $\alpha = \nu/\mu$ is the regime parameter for the being updated system; ν, μ are the transition intensities of the critical element of the being updated system, respectively, from the old state to the new and vice versa; $\beta = \nu + \mu$.

Graphs of the information entropy flow $H(t)$ and its velocity dH/dt in the critical element of the being updated system in the implementation of the sequence of innovations are shown in Fig. 2.

Analysis of the information entropy flow and the rate of its change as the response of the being updated system to a change in the conditions of existence, shows that at the initial time interval ($t = 0 \dots 1.4$) the critical element of the being updated system operates in the old mode. The informational entropy flow during the transition process is stabilized at a level corresponding to this regime without passing the bifurcation point. At a conditional time $t = 1.4$, the system is affected, leading to the transition from the old ($\alpha < 1$) to the new ($\alpha^* > 1$) mode of existence, i.e. to its innovation. Analysis of obtained dependences showed that the being updated system reacts to a strong impact leading to a new mode of existence, by a sharp increase in the informational entropy flow from the achieved under the previous conditions of the sta-

tionary level of H_{ST} to a maximum of $H_{max}^* = 1$ at the point t_b^* of bifurcation. In this case, the rate dH^*/dt^* of the entropy flow increment drops sharply to zero, becomes negative, passes the minimum and tends to zero when the being updated system enters a new stationary state. After passing the bifurcation point t_b^* , the informational entropy flow decreases and stabilizes at a new stationary level H_{ST}^* , corresponding to the scale of innovation.

Additional analysis showed that at the bifurcation point corresponding to the time moment t_b^* , the variance Dx of the defining parameter X of the updated system also reaches a maximum. This fact allows using Dx as a diagnostic parameter of the updated system [6,8].

Point t_b^* , which is the stochastic analogue of bifurcation points are associated with the process of self-organization, i.e. the destruction of the old dissipative structure that has exhausted its capabilities, and the emergence of a new structure corresponding to the changed conditions of existence as a result of innovation, the transition of the updated system to a new level of development. The open system adapts to new conditions by improving the structure and returns to a steady state due to the outflow of entropy and the flow of information from outside or from other hierarchical levels of the updated system. The obtained [6,8] mathematical expressions allow to predict the moment of occurrence of t_b^* bifurcation points and the critical state of the updated system, when it is expedient to take measures to facilitate the rapid adaptation of the updated system to new conditions and accelerate the process of introduction of innovative technologies.

The dependence of the mode of existence of the being updated system and the time of passage of the point of bifurcation on the distribution function of a random process of external influences on the being updated system, its input flows, for example, investment and information flows. Figure 3 shows a graph of the dependence of the parameter α for the mode of existence of the being updated system on the change of parameters (mean X and standard deviation S_x) of the normal (Gaussian) random process at the input of the being updated system.

With the purposeful change of parameters of input flows (material, energy and information), which in the case of innovation are the flows of investments, scientific and patent information, personnel, equipment, etc. from external sources to the being updated system, - it is possible to influence the time of overcoming by the critical element of the innovation system

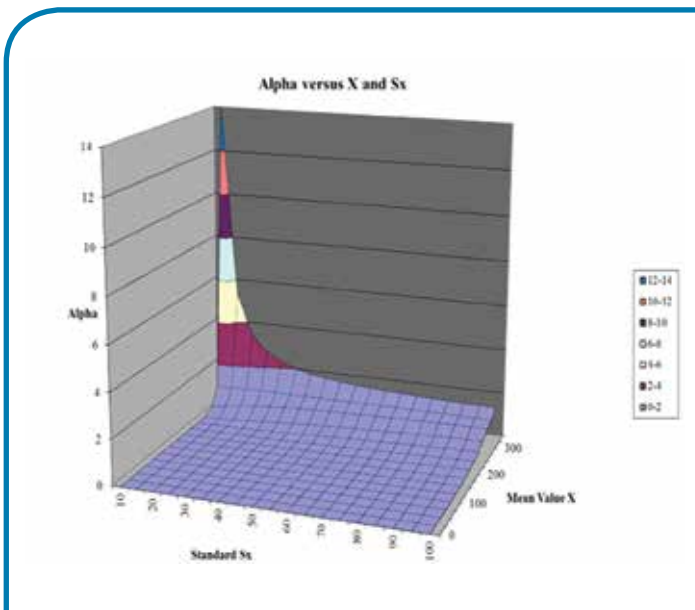


Fig. 3. Change of the regime parameter α depending on the parameters X and S_x of random process at the input of the being updated system.

of the point t_b^* of bifurcation (or cascade of bifurcations). The ability to assess the time of passage by the innovation system through this state, characterized by the highest risks, allows you to take measures to facilitate the rapid passage of the being updated system through the critical point of bifurcation and the successful adaptation of the system to the new state. During this period of time, it is advisable to create the most favorable conditions for the successful passage of the being updated system by the bifurcation point in the desired direction by rational management of the flows included in the being updated system, as well as to take all possible measures to direct the being updated system to the desired favorable path of development.

Potential opportunities that arise at the time of bifurcation attract the development of the being updated system; it self-organizes, improves its structure, and moves to a new level of development. This implies the idea that technological development is determined not so much by the initial conditions and the “heavy legacy of the past” as by the future possible states, i.e. attractors of technological development, to which the being updated technological system, aspires after bifurcation, and these processes are irreversible [9]. The attractor is understood as a relatively stable state of the being updated system, attracting a lot of trajectories of technological development, potentially possible after the passage of the bifurcation point by the system.

Time is an irreplaceable resource, therefore, the proposed method designed to reduce the time of innovation implementation, in our opinion, should be considered as one of the important and useful tools of the concept of “Lean (Frugal) Innovation” [10, 11].

SUMMARY

1. Specific results of innovative activity in modern Russia do not always meet expectations due to underestimation of the importance of scientific management of the innovation processes.

2. The theoretical model is developed and the practical method for shortening the introduction time for composite materials and structures is offered. The method is based on synergetic approach, analysis of bifurcation points, as well as managing the flows (random processes) at the input of the being updated system.

3. When changing the parameters of input flows (materials, energy and information), which in the case of innovations, are the flows of investment, sci-

entific and patent information, personnel, motivation, equipment, etc. from external (or internal) sources to the being updated system, it is possible to influence the time t_b^* of overcoming by the innovation system the bifurcation point (or cascade of bifurcations).

4. Practical approbation of the developed method for composite materials and structures recommended. Proposals for cooperation please send to E-mail: zri7755@gmail.com to professor Zainetdinov R.I.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. **Marion A.** Weissenberger-Eibl, Florian Kugler (2014) A Focused Issue on Building New Competences in Dynamic Environments, ISBN: 978-1-78441-275-3, eISBN: 978-1-78441-274-6. ISSN: 1744-2117.
2. **DebRoy, T., Bhadeshia, H.K.D.H.** (2021). A Remarkable Innovation in Stainless Steel Making. In: Innovations in Everyday Engineering Materials. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57612-7_1
3. Rennings K. (2000). Redefining Innovation—Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics // Ecological Economics, Vol. 32, No. 2, pp. 319–332.
4. Rosenberg N. On technological expectations // The Economic Journal – 1976. Vol.86. - Issue 34. - P. 523-535.
5. Prigogine, I. Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes. 3rd edition, Wiley Interscience, New York. 1967.- 128 p.
6. **Zainetdinov, R.** Entropy Dynamics Associated with Self-Organization // Paradigms of Complexity. Fractals and Structures in the Science. – Singapore: World Scientific, 2000. P. 229 - 242.
7. **Николис Г., Пригожин И.** Познание сложного. – М.: Мир, 1990.- 344 с. (In Russian).
8. **Zainetdinov R.I.** Dynamics of Informational Entropy Associated with Self-Organization Process in Open System // Chaos, Solitons & Fractals. Pergamon. – 1999. Vol. 10. - № 9. - P.1425-1435.
9. Синергетика инноваций / О.С.Сухарев, С.В.Шманёв, А.М.Курьянов. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2011. - 368 с. (In Russian).
10. Бережливые инновации: Технологии умных затрат / Нави Раджу, Джайдип Прабху. М.: Олимп-Бизнес, 2018. - 416 с. (In Russian).
11. **Зайнетдинов Р.И.** Метод ускорения внедрения инноваций, как новый инструмент концепции Lean Innovation. Proceedings of the 9th DQM International Conference “Life Cycle Engineering and Management (ICDQM-2018)”. Prijedor, Serbia, 2018, pp. 485-495.


АВТОР:

УДК 338.51

R.I. ZAYNETDINOV, Independent researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of the International Association of Engineers (IAENG) and Academy of Quality Problems of the Russian Federation

Внедрение современных методов проведения внутреннего аудита СМК

на примере метрологической лаборатории нефтегазового сектора



Для повышения эффективности и конкурентоспособности деятельности предприятия необходимо осуществлять эффективное управление бизнес-процессами и внедрять систему менеджмента качества (СМК), соответствующую принятым международным стандартам. Выбор как собственно стандартов, так и критериев соответствия им СМК зависит от конечной цели предприятия и осуществляется с учетом мнений заинтересованных лиц. В процессе аудита специалисты проверяют соответствие действующей системы менеджмента международным, национальным и отраслевым стандартам, определяют эффективность ее функционирования и выявляют недостатки. Это позволяет улучшить производственные процессы, повысить качество продукции и услуг, а также оптимизировать затраты на производство и уменьшить риски возможных нарушений в области безопасности и экологии.



Ключевые слова: внутренний аудит, дистанционный аудит, система менеджмента качества, чек-лист.

Задача внутреннего аудита СМК — получить объективную информацию о достижении поставленных целей и эффективности внедрения системы, чтобы убедиться в выполнении запланированных действий и надлежащем поддержании результативности СМК с непредвзятой точки зрения.

Внутренние аудиты должны включать комплексную оценку всех составляющих системы менеджмента качества организации и реализации всех видов деятельности, анализировать различные документы, включая внутренние процедуры, чертежи, спецификации, стандарты, требования потребителей, законодательные и нормативные правовые акты, а также корпоративные системы менеджмента. Задачей аудиторов является выявление несоответствий и озвучивание рекомендаций по улучшению процессов СМК [1]. Таким образом, можно сделать вывод, что внутренние аудиты проводят с целью определить, насколько СМК соответствует требованиям системы менеджмента, установленным в базовом стандарте (отметим, что часто таким стандартом является ИСО 9001).

Аудит СМК является стандартизированным процессом из-за необходимости обеспечения единого подхода к подобным проверкам. основополагающим документом по стандартизации на проведение аудита систем менеджмента, а также устанавливающим указания по оценке компетентности лиц, участвующих в процессе аудита, является ГОСТ Р ИСО 19011-2021 [2]. Данный стандарт был разработан по аналогии с международным стандартом ISO 19011:2018 [3]. Однако при переводе допущен ряд ошибок.

Рассмотрим подробнее наиболее значительные неточности.

1) Ошибка в формулировке определения «аудиторская группа». Необходимо подчеркнуть тот факт, что в стандарте вместо данного термина используется определение «группа аудита», что свидетельствует об отсутствии единообразия в отношении указанного термина.

2) Помимо вышесказанного, в ГОСТ Р ИСО 9000-2015 [4], который является словарем системы менеджмента качества, есть термин «группа по аудиту», что говорит об отсутствии приведения ГОСТ Р ИСО 19011-2021 в соответствие с ГОСТ Р ИСО 9000-2015.

3) В перечислении пунктов, которые должна учитывать группа по аудиту, допущена ошибка, меняющая смысл в отношении программы внутреннего аудита. Переводчики постоянно переводят слово «effectiveness» как «эффективность», однако между-

Основополагающим документом по стандартизации на проведение аудита систем менеджмента, а также устанавливающим указания по оценке компетентности лиц, участвующих в процессе аудита, является ГОСТ Р ИСО 19011-2021

народный словарь по системе менеджмента качества переводит данное слово как «результативность».

4) Грубейшая ошибка относительно того, что не следует рассматривать аудиторам: в стандарте забыли перевести предлог «not», что в корне меняет смысл предложения.

5) В стандарте присутствует метрологический термин «поверка» относительно объективного свидетельства аудита, хотя ни о какой поверке речь идти не может. В данном случае нужна «поверка» объективных свидетельств.

6) Абсолютно неправильный перевод и отсутствие какой-либо логики — «в компетентного аудитора следует включить». При правильном переводе становится ясно, что речь идет о том, что должны включать в себя компетенции аудитора.

7) Термин «вступительное заседание» почему-то переведен как «проведение и открытие заседания». Ранее именно он присутствовал в тексте данного стандарта, в этой связи непонятно, к чему этот новый перевод.

Организация дистанционного аудита — процесс, при котором эксперты в области аудита и контроля проводят оценку состояния предприятий и объектов удаленно, с помощью специализированных программ и технологий. Нормативной базой для проведения дистанционного аудита системы менеджмента качества выступает ГОСТ Р 59424-2021 [5].

Одним из основных преимуществ дистанционного аудита является его высокая эффективность и экономическая целесообразность. В отличие от традиционного аудита, проводимого на месте, дистанционный аудит позволяет экономить время и ресурсы, ускорить процесс принятия решений и повысить качество контроля.



Дистанционный аудит в нефтегазовом секторе может быть проведен в большинстве подразделений, где применяются стандарты управления качеством: проектирования, логистики, складского хозяйства и т.д.

Дистанционный аудит СМК применяется с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, например, видеоконференций, облачных сервисов и т.д. Это позволяет аудиторам проводить проверку компании удаленно, не покидая своего рабочего места.

Одним из необходимых требований сегодняшнего дня в нефтегазовом секторе является наличие системы менеджмента качества, которая обеспечивает стабильность и надежность всего производственного процесса. Также СМК необходима для соблюдения требований стандартов в области качества и безопасности.

В этом контексте дистанционный аудит СМК может оказаться эффективным решением для нефтегазовых компаний. Такой метод позволяет экономить время и средства, при этом обеспечивая высокий уровень проверки и анализа деятельности предприятия.

Дистанционный аудит СМК в нефтегазовом секторе может быть проведен в большинстве подразделений, где применяются стандарты управления качеством. Это могут быть отделы проектирования, производства, сервиса, логистики, складского хозяйства, маркетинга и т.д. Однако есть направления, где такой аудит невозможен или сложно реализуем — это отделы эксплуатации скважин и буровых вышек, а также занимающиеся ремонтом и обслуживанием оборудования.

В качестве примера рассмотрим проведение дистанционного аудита СМК в метрологической лаборатории, поскольку данный отдел присутствует практически на любом предприятии нефтегазового сектора. Одним из его инструментов является чек-лист, который заполняется в электронном виде. Предлагаемый документ был разработан при помощи модульного подхода, который позволяет построить проведение метрологического аудита с учетом всех существующих проблем и вопросов

в области обеспечения единства измерений (ОЕИ). Ниже приведен перечень модулей с учетом специфики ОЕИ:

- 1) управление измерениями и измерительное оборудование;
- 2) методики (методы) измерений;
- 3) документация в сфере ОЕИ;
- 4) поверка и калибровка;
- 5) нормативные требования.

Каждый из этих модулей содержит свой собственный весовой коэффициент — четыре вопроса, оценивающиеся разным количеством баллов. Наряду с ними есть критические, неправильный ответ на которые приводит к завершению опроса с выводом: «СМК нерезультативно и требует вмешательства высшего руководства».

Вопросы чек-листа были составлены при помощи документов по стандартизации, таких как:

- 1) Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [6];
- 2) ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [7];
- 3) Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 26 октября 2020 г. N 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации» [8].

Если при предыдущем аудите были выявлены несоответствия относительно конкретного средства измерения, то при следующем аудите происходит декомпозиция модулей или разрабатываются дополнительные вопросы к уже существующим модулям.

Ниже приведена формула для подсчета баллов по результатам ответов

$$R = (x_1 d_1 + x_2 d_2 + x_3 d_3 + x_4 d_4 + x_5 d_5) \cdot z, \quad (1)$$

где $d_1 \dots d_5$ — коэффициенты весоности факторов, определяемые экспертным путем;

- x_1 — фактор «Управление измерениями и измерительное оборудование»;
- x_2 — фактор «Методики (методы) измерений»;
- x_3 — фактор «Документация в сфере обеспечения единства измерений»;
- x_4 — фактор «Поверка и калибровка»;
- x_5 — фактор «Нормативные требования»;
- z — коэффициент «Достоверность», характеризующий полноту и достоверность сведений, представленных организацией.

Необходимо учитывать, что при дистанционном аудите достоверность сведений меньше, чем при очном. Поэтому коэффициент z принимает следующие значения:

- 1) $z=1$ — если аудит очный;
- 2) $z=0,9$ — если аудит дистанционный.

Результаты ответов на вопросы чек-листа при аудите СМК метрологической лаборатории можно оценить согласно рейтинговой системе контроля, которая указана в *таблице 1*.

Таблица 1. Оценка СМК по результатам чек-листа

Сумма баллов, полученная при аудите	Заключение
до 50	СМК функционирует нерезультативно и требует вмешательства высшего руководства
от 51 до 64	СМК функционирует нерезультативно и требует разработки значительных корректирующих действий
от 65 до 79	СМК считается результативной, но требует незначительных корректирующих действий
от 85	СМК признается достаточно результативной

При оценке ответов на вопросы чек-листа следует также обратить внимание на влияние весовых коэффициентов, для определения которых использовался экспертный метод предпочтений (рангов): каждый эксперт ранжирует вес всех показателей, присваивая им номера по степени важности: самому малозначимому — 1, а самому важному — последний порядковый номер. В *таблице 2* рассмотрено ранжирование пяти модулей в ходе работы четырех экспертов.

Расчет весовости коэффициентов выполняют по следующей схеме:

Таблица 2. Ранжирование пяти модулей

Наименование модуля	Присвоенный ранг			
	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
1. Управление измерениями и измерительное оборудование	5	4	5	4
2. Методики (методы) измерений	2	3	2	2
3. Документация в сфере обеспечения единства измерений	1	1	1	1
4. Поверка и калибровка	3	2	4	3
5. Нормативные требования	4	5	3	5

Есть направления, где дистанционный аудит невозможен или сложно реализуем — это отделы эксплуатации скважин и буровых вышек, а также занимающиеся ремонтом и обслуживанием оборудования

1) определяют весовость коэффициентов каждого i -го показателя, определенные k -ым экспертом, по формуле

$$b_{ik} = \frac{M_{ik}}{\sum_{i=1}^n M_{ik}}, \quad (2)$$

где M_{ik} — номер весовости i -го показателя, определенный k -ым экспертом,
 n — число показателей.

Коэффициенты весовости модулей, полученные первым экспертом, имеют следующие значения:

$$b_{11} = \frac{M_{11}}{\sum_{i=1}^n M_{i1}} = \frac{5}{15};$$

$$b_{21} = \frac{M_{21}}{\sum_{i=1}^n M_{i1}} = \frac{2}{15};$$

$$b_{31} = \frac{M_{31}}{\sum_{i=1}^n M_{i1}} = \frac{1}{15};$$

$$b_{41} = \frac{M_{41}}{\sum_{i=1}^n M_{i1}} = \frac{3}{15};$$

$$b_{51} = \frac{M_{51}}{\sum_{i=1}^n M_{i1}} = \frac{4}{15}.$$



Аналогично получаем весомость коэффициентов показателей, полученных остальными экспертами:

$$b_{12} = \frac{4}{15}; \dots b_{13} = \frac{5}{15}; \dots b_{15} = \frac{4}{15};$$

$$b_{22} = \frac{3}{15}; \dots b_{23} = \frac{2}{15}; \dots b_{24} = \frac{2}{15};$$

$$b_{32} = \frac{1}{15}; \dots b_{33} = \frac{1}{15}; \dots b_{34} = \frac{1}{15};$$

$$b_{42} = \frac{2}{15}; \dots b_{43} = \frac{4}{15}; \dots b_{45} = \frac{3}{15};$$

$$b_{52} = \frac{5}{15}; \dots b_{53} = \frac{3}{15}; \dots b_{55} = \frac{3}{15}.$$

2) производится расчет весомости коэффициента показателей как среднее арифметическое весомости коэффициентов, определенных экспертами,

$$b_i = \frac{\sum_{k=1}^N b_{ik}}{N}, \quad (3)$$

где N — число экспертов.

$$b_1 = \frac{\frac{5}{15} + \frac{4}{15} + \frac{5}{15} + \frac{4}{15}}{4} = \frac{18}{15} = \frac{18}{60} = 0,3;$$

$$b_2 = \frac{\frac{2}{15} + \frac{3}{15} + \frac{2}{15} + \frac{2}{15}}{4} = \frac{9}{15} = \frac{9}{60} = 0,15;$$

$$b_3 = \frac{\frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15}}{4} = \frac{4}{15} = \frac{4}{60} = 0,07;$$

$$b_4 = \frac{\frac{3}{15} + \frac{2}{15} + \frac{4}{15} + \frac{3}{15}}{4} = \frac{12}{15} = \frac{4}{60} = 0,2;$$

$$b_5 = \frac{\frac{4}{15} + \frac{5}{15} + \frac{3}{15} + \frac{5}{15}}{4} = \frac{17}{15} = \frac{17}{60} = 0,28.$$

3) проверка условия суммарности коэффициентов весомости:

$$\sum_{i=1}^n b_i = b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 = 0,3 + 0,15 + 0,07 + 0,2 + 0,28 = 1.$$

Таблица 3. Коэффициенты весомости модулей

Наименование модуля	Коэффициент весомости
1. Управление измерениями и измерительное оборудование	0,28
2. Методики (методы) измерений	0,15
3. Документация в сфере обеспечения единства измерений	0,07
4. Поверка и калибровка	0,20
5. Нормативные требования	0,30

Полученные данные внесены в таблицу 3.

Актуальность работы обусловлена тем, что современные методы проведения аудита СМК, в частности в дистанционном режиме, позволяют повысить эффективность и качество управления системой менеджмента качества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Шичков Н.А. Внутренний аудит системы менеджмента: учебное пособие. — М.: УМЦ Бизнес Класс, 2018. — 42 с.
2. ГОСТ Р ИСО 19011-2021 Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента. — М.: Стандартиформ, 2021. — 42 с.
3. ISO 19011:2018 Guidelines for auditing management systems. — URL: <https://www.iso.org/standard/70017.html> (дата обращения: 16.12.2022).
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. — М.: Стандартиформ, 2019. — 54 с.
5. ГОСТ Р 59424-2021 Руководящие указания по дистанционному проведению анализа состояния производства и аудита систем менеджмента. — М.: Стандартиформ, 2021. — 24 с.
6. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/ (дата обращения: 23.12.2022).
7. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. — М.: Стандартиформ, 2021. — 26 с.
8. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации»

АВТОРЫ:

УДК 658.5.011

Н.В. ВАЩЕНКО, к.т.н., доцент кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина,

А.А. ЛЯТИФОВ, специалист по сертификации взрывозащищенного оборудования ООО «Трансконсалтинг», студент 1-го курса магистратуры РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Об особенностях сравнения динамических рядов параметров хода роста сосны обыкновенной в разных типах местообитаний

Для индексированных показателей хода роста сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* разработан подход их сравнения относительно местообитания, реализованный на материале древостоев сосны обыкновенной *P. sylvestris* комплексного (ландшафтного) заказника «Полярный круг». Приведены обоснования нецелесообразности использования некоторых стандартных статистических показателей.

Отклик лесных экосистем на воздействие климатических факторов определяют по характеру изменчивости параметров хода роста деревьев: радиальных (древесных колец) и линейных (междоузлий) приростов.

Для анализа хода роста дерева на длительных временных периодах (в течение столетий) широко применяется анализ годичных кольцевых приростов. Он позволяет проводить исследование состояния экосистем прошлого, поскольку делает возможным ретроспективный анализ откликов древостоев на воздействия температур, осадков и иных факторов внешней среды отдаленного прошлого.

Анализ динамики линейных приростов в сравнении с кольцевыми имеет ряд преимуществ при



Ключевые слова: сосна обыкновенная, параметры хода роста, линейный прирост, радиальный прирост, тип биотопов.



Решение ряда биологических задач требует разработки особых математических подходов. В настоящем исследовании рассматривается подход к оценке близости (степени синхронности) рядов индексов линейных и радиальных приростов в разных типах местообитания

оценке откликов древостоев на воздействие климатических факторов. Это связано с тем, что линейные приросты обнаруживают большую, чем радиальные, чувствительность к этому показателю (под прямым воздействием факторов среды обитания находятся апикальные почки, формирующие междуузлия).

Для выявления отклика лесных экосистем численные значения годовых приростов подвергаются предварительной свертке — индексированию. Эта процедура позволяет нивелировать возрастную неравномерность хода роста сосны, гарантируя тем самым сопоставимость показателей разновозрастных древостоев. Подготовленные таким образом показатели пригодны как для сравнительного анализа рядов приростов деревьев разного возраста от года к году, так и для оценки независимого отклика на воздействие климатических факторов. Следует отметить, что существует ряд биологических задач, решение которых требует разработки особых математических подходов. Освещению такого метода посвящено настоящее исследование.

В работе рассматривается подход к оценке близости (степени синхронности) рядов индексов линейных и радиальных приростов в разных типах местообитания. Объект исследования — сосна обыкновенная *P. sylvestris* L., 1753 (класс *Pinopsida*, порядок *Pinales*, семейство *Pinaceae*), регион исследования — территория государственного комплексного (ландшафтного) заказника регионального значения «Полярный круг», расположенного в Республике Карелия на побережье Кандалакшского залива Белого моря (66°32' N, 33°11' E).

Мурманская область находится в Атлантико-Арктической климатической области умеренно-

го пояса, в зоне избыточного увлажнения согласно классификации Алисова. Для данной зоны характерен высокий уровень разнообразия условий произрастания, обусловленный мозаичностью и многообразием местообитаний.

Исследования проводились в трех основных типах местообитаний (типы выделены согласно классической типологии В.Н. Сукачёва:

— сосняки сфагновые (представляют собой влажные биотопы (местообитания));

— сосняки с примесью ели европейской, березы повислой, рябины обыкновенной (являются свежими биотопами);

— сосняки лишайниковые на так называемых «китовых лбах» — выходах скальных пород (представляют собой сухие биотопы).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Индексирование приростов

Линейные приросты подроста, молодняка и приспевающих деревьев измерены на пробных площадях радиусом по 10 м, которые были заложены маршрутным методом

— в свежих биотопах на семи пробных площадях;

— в сухих на восьми пробных площадях;

— во влажных на четырех пробных площадях.

На каждой пробной площади случайным образом отбиралось и измерялось по пять деревьев. У каждого дерева делались замеры междуузлия стволика/ствола, начиная с верхнего и до последнего четко различимого над корневой шейкой. Индексирование проводилось путем деления пятилетнего среднего прироста на значение среднего (получаемый индекс причислялся к году серединного). В результате этих операций был получен архив индексов за период 1984–2005 гг.

Для получения значений радиальных приростов использованы отобранные из живых деревьев дендрохронологические образцы

— в свежих биотопах у 15 деревьев;

— в сухих у 15 деревьев;

— во влажных у 12 деревьев.

Радиальный прирост древесины определялся как ширина годовых колец с помощью специализированной программы TsapWin. Контроль качества образцов был выполнен с помощью программы COFESHA. Индексирование радиального прироста проводилось с помощью программы ARSTAN, в которой значение прироста за год делилось на значение точечной аппроксимирующей функции за этот год. В результате этих

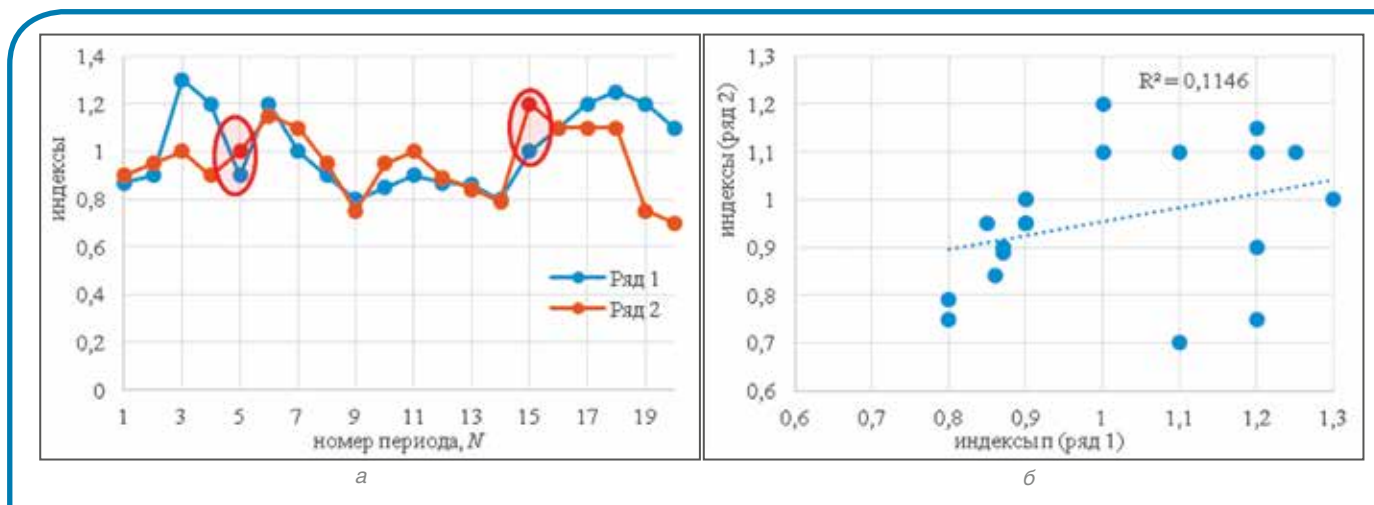


Рис. 1 а, б. Смоделированные значения двух динамических рядов индексов приростов и их диаграмма рассеяния

операций был получен сопоставимый для сравнения с индексами линейных приростов архив за период 1984–2005 гг.

2. Особенности сравнения индексированных приростов

Для сравнительного анализа отклика рядов индексов линейных и радиальных приростов важно понять, насколько они

- близки по всему временному ряду;
- синхронно ведут себя от года к году.

Близость данных и их синхронность во времени далеко не всегда могут реализовываться одновременно. Для прикладной задачи — сравнительной оценки отклика древостоев на климатические воздействия — важно рассмотрение обоих условий.

Казалось бы, обе эти задачи возможно решить с помощью простого коэффициента корреляции Пирсона, который служит показателем линейной связи между значениями показателей. Несостоятельность такого подхода для такого типа задачи была продемонстрирована с помощью модельного примера: для двух биотопов смоделировано по 20 индексов, каждая пара таких индексов была приписана к определенному времени N . На рис. 1 изображены значения смоделированного примера: слева — два ряда индексов во времени (ряд 1 — по первому биотопу, ряд 2 — по второму), справа — диаграмма рассеяния для индексов в пространстве (каждой точке соответствует пара индексов одного года в разных биотопах). Показатели на рис. 1 слева явно демонстрируют как близость данных во времени, так и синхронность по монотонности, которая нарушается лишь для двух временных периодов ($N = 5, N = 15$). Несмотря на это, на рис. 1 справа при удалении временной компоненты диаграмма рассея-

ния демонстрирует слабую связь: рассчитанный коэффициент детерминации $R^2 \approx 0,11$, что фиксирует лишь 11% вариации, обусловленной связью рядов индексов (соответственно, коэффициент корреляции Пирсона равен $r = \sqrt{R^2} = 0,33 \ll 1$). Таким образом, продемонстрировано, что коэффициент корреляции Пирсона лишь отчасти учитывает сопряженность динамических рядов по характеру монотонности на каждом временном промежутке.

Также несостоятельным подходом служит и расчет числовых характеристик по всему массиву данных, т.к. он не учитывает порядок следования рисунков следованию данных.

Сложность статистической задачи наращивается еще и тем, что в каждом биотопе выбирается случайным образом несколько пробных площадей и деревьев в каждой из них. Соответственно, сравнение нужно проводить не по отдельным рядам индексов, а по рядам целых массивов. Таким образом, необходимо разработать способ сравнения динамических рядов массивов индексов, учитывающий как близость данных в каждый момент времени, так и анализирующий синхронность поведения массивов от года к году.

Далее при применении статистических критериев выбирался уровень значимости $\alpha = 0,05$. Реализация статистических критериев проводилась в программном модуле *Statistica 15*¹ и пакете *Excel 2016*.

3. Сравнение рядов индексов приростов и описание результатов

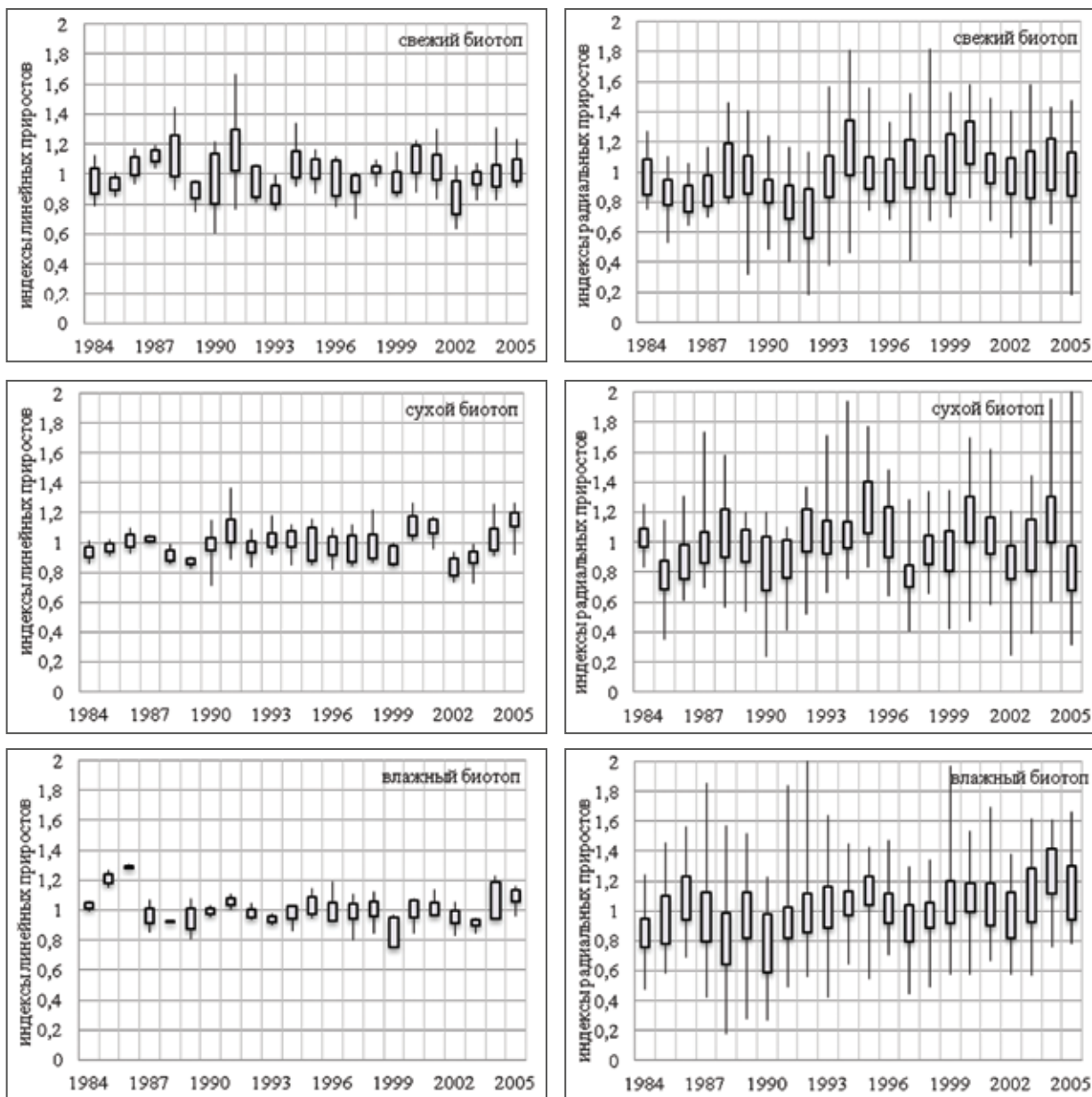
3.1. Анализ данных по всему массиву.

Расчет числовых показателей по всему массиву — таких,

¹ <http://statsoft.ru/products/> (дата обращения 16.03.2022).

как среднее и стандартное отклонение — не дает полной информации в виду специфики строения данных (а точнее, их индексации). Проведем факторный анализ влияния типа биотопа на вариативность и средние значения индексов приростов.

Вариативность. Изучение вариативности индексов линейных и радиальных приростов в работе начиналось с визуализации данных с помощью диаграммы boxplot (рис. 2). Диаграммы широко применяются в статистике для первичного сравнения



а

б

Рис. 2. Диаграммы boxplot в трех типах биотопов заказника «Полярный круг» с 1984 по 2005 г. для индексов приростов сосны: а — линейных, б — радиальных

выборки разных объемов как по медианным значениям (размечаемым внутри ящика), так и по вариабельности каждой группы по размерам ящиков (заданным при помощи интерквартильного разброса IQR) и по размаху этих значений (R). Для индексов линейных приростов диаграммы демонстрируют меньшую внутригодовую изменчивость во влажных и сухих биотопах по сравнению со свежими (рис. 2а). Для индексов радиальных приростов внутригодовая вариабельность визуально больше, но от биотопа к биотопу различия IQR явно не выражены (рис. 2б). Для подтверждения выдвинутых гипотез проведена оценка влияния типа биотопа произрастания сосны на вариабельность и медианные значения ее линейных и радиальных при помощи непараметрического критерия Краскела-Уоллиса (H -критерий). Это непараметрический критерий, который служит альтернативой одномерному дисперсионному анализу и не требует проверки нормальности данных, что важно для таких небольших выборок, как в текущем исследовании. Критерий основывается на проверке равенства медиан нескольких групп, H -статистика критерия имеет вид

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^m \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1), \quad (1)$$

где n_i — число наблюдений в группе i , $N = \sum_{i=1}^m n_i$ — общее число наблюдений во всех m группах, а R_i — сумма рангов наблюдений в группе i . Получены следующие результаты:

— значимые отличия IQR для индексов линейных приростов от биотопа к биотопу (величина $P_{value} = 0,008 < \alpha$), при этом в свежих биотопах IQR значимо больше;

— незначимые отличия IQR для индексов радиальных приростов (величина $P_{value} = 0,7718 > \alpha$).

Медианные значения. Сравнение изменчивости медиан от биотопа к биотопу целесообразно лишь в случае, если изменчивость разброса индексов признавалась статистически незначимой. Поэтому продолжение исследования будет проводиться только для индексов радиальных приростов. Применяя тот же непараметрический критерий (1), получаем, что различия между массивами медиан индексов радиальных приростов статистически незначимы ($P_{value} = 0,8213 > \alpha$).

Таким образом, для всего массива индексов радиальных приростов получены статистически незначимые отличия, но для сравнения их в динамике требуется дополнительное исследование.

3.2. Покомпонентный анализ динамики.

В п. 3.1 выявлено, что по всему массиву индексы радиальных приростов обнаруживают статистическое сходство в отличие от линейных. С целью выявления покомпонентной синхронности и близости необходимо продолжить исследование. Для оценки близости во времени предлагается следующий показатель:

$$V_{\text{ско}_{\text{связи, km}}} = \frac{\text{ско}_{\text{связи, km}}}{\text{med}_{km}}, \quad (2)$$

где $\text{ско}_{\text{связи, km}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i^k - y_i^m)^2}{n}}$, $y_i^k - y_i^m$ — i -е значение данных k -го и m -го биотопов соответственно, n — объем данных, med_{km} — медиана данных для k -го и m -го биотопов. В этой формуле вместо наиболее часто используемого среднеквадратического отклонения (СКО) используется схожий показатель $\text{ско}_{\text{связи, km}}$. В отличие от СКО, которое производит сравнение массива данных с его средним значением, т.е. не служит мерой оценки близости рядов динамических данных, $\text{ско}_{\text{связи, km}}$ производит поточечную парную оценку близости. Деление на med_{km} обеспечивает возможность сравнимости полученных показателей для разных видов индексов и в разных типах биотопов по аналогии с формированием показателя вариации². Чем меньше значение $\text{ско}_{\text{связи, km}}$, тем ближе покомпонентно данные. Вспомним смоделированный пример на рис. 1. Для него был рассчитан коэффициент корреляции, который показывал слабую связь между индексами, несмотря на визуальную близость данных. В то же время введенный показатель (2) дает результат $V_{\text{ско}_{\text{связи, km}}} \approx 0,03$, что показывает хорошую близость данных по отношению к медианному значению, т.к. $\text{ско}_{\text{связи, km}}$ в 33 раза меньше их медианного значения.

Вариабельность. Для величины вариабельности IQR индексов линейных и радиальных приростов рассчитаны показатели $\text{ско}_{\text{связи, km}}$ (табл. 1). Полученные значения свидетельствуют о том, что данные для IQR индексов радиальных приростов существенно меньше (приблизительно в два-четыре раза), чем для IQR линейных. Наивысший показатель получен для IQR индексов линейных приростов при сравнении в свежих и влажных биотопах ($V_{\text{ско}_{\text{связи, km}}} = 1,52$, т.е. $\text{ско}_{\text{связи, km}}$ для IQR в 1,5 раза превышает их медианное значение), что

² Отметим, что показатель (2), так же, как и показатель вариации, возможно использовать только для положительных данных, что и выполняется для соответствующего исследования.



Сложность статистической задачи в том, что в каждом биотопе выбирается случайным образом несколько пробных площадей и деревьев в каждой из них. Сравнение нужно проводить не по отдельным рядам индексов, а по рядам целых массивов

дополнительно подтверждает полученные визуально результаты для индексов линейных приростов по рис. 1а. Это дает возможность судить о попарной близости показателей *IQR* в динамике для индексов радиальных приростов при переходе от биотопа к биотопу и расхождении *IQR* для индексов линейных приростов. Таким образом, характер изменчивости радиальных приростов (и, следовательно, их отклик на воздействие факторов среды) сходен в разных типах биотопов, т.е. во всех условиях произрастания.

Таблица 1. Показатели попарной близости динамических рядов $V_{ско}$ для величин варибельности *IQR* индексов линейных и радиальных приростов

Сравниваемые биотопы	Прирост	
	линейный	радиальный
свежий–сухой	0,69	0,34
свежий–влажный	1,52	0,35
сухой–влажный	0,64	0,31

Медианные значения. При статистической близости варибельности и ее динамике становится целесообразной и возможной проверка покомпонентного равенства медиан индексов для радиальных приростов по формуле (2). Показатель $V_{ско}$ дает значения 0,14; 0,11; 0,12 при сравнении по парам биотопов: «свежий–сухой», «свежий–влажный» и «сухой–влажный» соответственно. Эти значения демонстрируют хорошую близость медианных значений в динамике для радиальных приростов.

3.3. Интерпретация результатов. Продемонстрировано, что для сосняков заказника «Полярный круг» индексы линейных приростов дают меньшую внутригодовую изменчивость во влажных и сухих биотопах по сравнению со свежими. Это объясняет

ся тем, что в данном заповеднике свежие биотопы представляют собой зону экологического оптимума для сосны, а сухие и влажные местообитания — зону пессимума, где, согласно одному из основных экологических принципов — закону Шелфорда³, отмечено жесткое лимитирование по ряду ресурсов, в т.ч. по количеству влаги в субстрате. Следовательно, как показано в наших ранее опубликованных работах, давление отбора в свежих биотопах ниже, чем в сухих и влажных. В условиях, близких к краям экологической ниши, постоянно происходит интенсивная отбраковка особей, проигрывающих конкуренцию наиболее соответствующим требованиям среды организмам. В то же время в зоне оптимума, в свежих биотопах, возможно выживание деревьев, обладающих более широким спектром признаков.

Обосновано, что для древостоев заказника «Полярный круг» параметры рядов радиальных приростов не зависят от характера биотопа. При этом размеры годовых колец подвержены существенно большей изменчивости, чем длины междоузлий, однако варибельность радиальных приростов более стабильна от биотопа к биотопу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На материале древостоев сосны обыкновенной *P. sylvestris* комплексного (ландшафтного) заказника «Полярный круг» разработан и реализован метод сравнения массивов специальных индексированных показателей во времени. На модельном примере продемонстрировано, что использование коэффициента корреляции Пирсона не дает исчерпывающей информации о близости и синхронности индексов во времени.

При реализации данного подхода выявлено, что условия произрастания сосны на рассматриваемой территории формируют статистически различающиеся отклики линейных и радиальных приростов. В частности, доказано, что параметры рядов радиальных приростов не зависят от характера биотопа в отличие от линейных. При этом размеры годовых колец подвержены существенно большей изменчивости, чем длины междоузлий, однако варибельность радиальных приростов более стабильна от биотопа к биотопу. Полученный

³ Закон толерантности Шелфорда гласит, что отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком (в качественном или количественном смысле) или, наоборот, избытком любого из ряда факторов, уровень которых может оказаться близким к пределам переносимого данным организмом. Эти два предела называют пределами толерантности (Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: Учебник. 2-е изд., испр. М., ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. — 256 с.).

результат позволяет предположить, что анализ откликов радиальных приростов на воздействие климатических факторов возможно проводить без учета типа биотопа. В то же время аналогичную процедуру для рядов линейных приростов необходимо осуществлять с учетом характера местообитания.

Проведенное исследование⁴ позволяет выдвинуть гипотезу, что линейные приросты сосны обыкновенной служат информативным объектом для мониторинга лесных экосистем на коротких (до 30 лет) периодах времени, в то время как радиальные приросты являются предпочтительным показателем при ретроспективном анализе воздействия на биоценозы климатов прошлого. Данная гипотеза будет верифицирована на других территориях произрастания сосны обыкновенной.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. **Айвазян С.А., Мхитарян В.С.** Теория вероятностей и прикладная статистика. Прикладная статистика. Основы эконометрики. М., ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — т.1. — 656 с.
2. **Алисов Б.П.** Климат СССР. М., Изд-во Моск. ун-та, 1956. — 128 с.
3. База данных «Ценофонд Европейской России». URL: <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/princip.htm> (дата обращения 02.03.2021).
4. **Кузнецова В.В., Чернокульский А.В., Козлов Ф.А., Кухта А.Е.** Связь линейного и радиального прироста сосны обыкновенной с осадками разного генезиса в лесах Керженского заповедника // Известия РАН. Серия «География», 2020. — №1 — С.93—102. DOI: 10.31857/S2587556620010124.
5. **Кухта А.Е., Максимова О.В.** Воздействие климатических факторов вегетационного периода на приросты сосны обыкновенной в Среднем Поволжье и на побережье Белого моря // Метеорология и гидрология, 2022. — №1. — С.72—83.
6. **Кухта А.Е., Попова Е.Н.** Климатический сигнал в линейном приросте сосны обыкновенной бореальных фитоценозов побережья Белого моря // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2020. — т.31. — №3-4. — С.33-45. DOI: 10.21513/0207-2564-2020-3-33-45
7. **Максимова, О.В., Кухта, А.Е.** Вариабельность линейных и радиальных приростов сосны обыкновенной побережья Белого моря в зависимости от условий произрастания. Экологический мониторинг и моделирование экосистем, 2022. — т. XXXIII. — №20-36. — С.20—36. DOI: 10.21513/0207-2564-2022-3-4-20-36.
8. **Соломина О.Н., Мацковский В.В., Жуков Р.С.** Дендрохронологические «летописи» «Вологда» и «Соловки» как источник данных о климате последнего тысячелетия // Доклады Академии наук, 2011. — т.439. — №4. — С.539—544.
9. **Сукачёв В.Н.** Избранные труды в трех томах: Основы лесной типологии и биогеоценологии / Под ред. Е.М. Лавренко. Л.: Наука, 1972. — т.1, 419 с.
10. **Тишков А.А., Белоновская Е.А., Кренке А.Н., Титова С.В., Царевская Н.Г.** Изменения биологической продуктивности наземных экосистем Российской Арктики в XXI в. // Арктика: Экология и Экономика, 2021. — т.11. — №1. — С.30—41. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-1-30-41.
11. **Тьюки Дж.** (1981) Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. М., Мир, 1981, 696 с.
12. **Bradley R.S.** Paleoclimatology. Reconstructing climates of the Quaternary. Third edition, UK. Elsevier, 2015, p. 667.
13. **Chernogaeva G.M., Kuhta A.E.** The Response of Boreal Forest Stands to Recent Climate Change in the North of the European Part of Russia // Russian Meteorology and Hydrology, 2018. Vol. 43. — No.6, pp.418—424. DOI: 10.3103/S1068373918060109.
14. **Chernogaeva G.M., Kuznetsova V.V., Kukhta A.E.** Precipitation Effects on the Growth of Boreal Forest Stands in the Volga Region // Russian Meteorology and Hydrology, 2020. Vol. 45. — No.12, pp.851—857. DOI: 10.3103/S1068373920120055.
15. **Cook E.R., Holmes R.L.** Guide for computer program ARSTAN // The international tree-ring data bank program library version, 1996. Vol. 2, pp.75—87.
16. **Dolgoва E.A., Solomina O.N., Matskovsky V.V., Dobryansky A.S., Semenyak N.A., Shpunt S.S.** Spatial Variation of Pine Tree-Ring Growth in the Solovetsky Islands // Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya, 2019, pp. 41—50. <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019241-50>
17. **Holmes R.L.** Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-Ring Bulletin, 1983. Vol. 43, pp. 69—78.
18. **Grissino-Mayer H.D.** Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA, 2001, pp. 205—221.
19. **Kruskal W.H., Wallis W.A.** Use of ranks in one-criterion variance analysis // Journal of the American Statistical Association, 1952/47. — No.260, pp. 583—621.
20. **Matskovsky V., Kuznetsova V., Morozova P., Semenyak N., Solomina O.** Estimated influence of extreme climate events in the 21st century on the radial growth of pine trees in Povolzhie region (European Russia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020. Vol. 611, pp. 012047 — 10.1088/1755-1315/611/1/012047.
21. **Rinn F., Jäkel S.** TSAP reference manual, Frank Rinn, Heidelberg, Germany, 1996, pp. 262.

АВТОРЫ:

УДК 551.58, 57.044

О.В. МАКСИМОВА, к.т.н., ведущий научный сотрудник ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля» (ИГКЭ), доцент кафедры математики НИТУ МИСИС,

А.Е. КУХТА, к.б.н., ведущий научный сотрудник ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля» (ИГКЭ)

⁴ Исследование выполнено в рамках тем НИОКР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСПКМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)»; АААА-А20-120020590066-5 «Мониторинг глобального климата и климата Российской Федерации и ее регионов, включая Арктику. Развитие и модернизация технологического мониторинга».

Модель цикла PDCA — основа новых методологий управления качеством



«Что же касается совершенства, то его, конечно, нет в нашем мире, и лишь постоянное совершенствование оставляет надежду на приближение к нему»

Ю.П. Адлер (из предисловия к книге «Кайдзен. Путь к успеху японских компаний»)

Мы живем в мире высоких технологий. Для человека стало привычным использовать в повседневной жизни смартфоны и компьютеры, передвигаться на сверхвысоких скоростях, применять в работе воз-

Мы живем в мире высоких технологий. Для человека стало привычным использовать в повседневной жизни смартфоны и компьютеры, передвигаться на сверхвысоких скоростях, применять в работе возможности искусственного интеллекта и т.д. Но, скажем, 100 лет назад все это было из области фантастики. То, что мы имеем на сегодняшний день, создано благодаря научным исследованиям, тяге человека к познанию, к освоению новых горизонтов и командной работе. Что такое команда? Почему одна становится успешной и создает электрический двигатель, а другая нет? В чем их преимущество, в чем основной критерий успеха?

можности искусственного интеллекта и т.д. Но, скажем, 100 лет назад всё это было из области фантастики. То, что мы имеем на сегодняшний день, создано благодаря научным исследованиям, тяге человека



Ключевые слова: цикл Шухарта-Деминга, цикл PDCA, статистическое управление процессами, контрольные карты Шухарта, гибкие методологии, Agile.

к познанию, к освоению новых горизонтов и командной работе. Что такое команда? Почему одна становится успешной и создает электрический двигатель, а другая нет? В чём их преимущество, в чём основной критерий успеха? Определение термина «команда» гласит: «Это группа лиц, объединенная общими мотивами, интересами, идеалами, действующая сообща. Участники команды объединены поддержкой друг друга и несут коллективную ответственность за результат деятельности всей команды» [1].

Если вернуться на 100 лет назад, что человечество уже имело на тот момент? В 1924 г. великим ученым Уолтером Шухартом были изобретены контрольные карты, названные его именем, которые были и остаются единственным и самым простым инструментом анализа вариабельности процесса. Также им был впервые предложен, а затем дополнен его коллегой Эдвардом Уильямом Демингом другой не менее важный инструмент — цикл Шухарта-Деминга, он же цикл PDS(C)A, получивший огромное признание и широкое распространение по всему миру. Этот цикл не только положен в основу основополагающего стандарта в сфере СМК ИСО 9001 и многих других документов, применяющихся для повышения качества, но и послужил основой для совершенно нового, итеративного подхода к управлению процессами — Agile. Полученные с его помощью результаты весьма впечатляют, особенно в сфере разработки программного обеспечения (ПО).

Эта статья посвящена исследованию проблем того, насколько всё новое является таковым. Должны ли мы, люди XXI века, исключать прошлые достижения в погоне за новациями? Будет рассмотрена история создания и модернизации цикла PDCA, его связь с контрольными картами Шухарта и новой гибкой методологией управления проектами Agile.

О ЦИКЛЕ PDCA

Цикл PDCA (или PDSA: «Планируй (Plan) — Делай (Do) — Проверь (Check/Study) — Действуй (Act)») впервые был предложен У. Шухартом в 1939 г. [2]. Позднее, в середине 1950-х гг., его друг и последователь Э. Деминг стал использовать этот метод на курсах по обучению статистическим методам, которые он проводил в Японии [3].

Цикл PDCA, разработанный Шухартом, содержал в себе три этапа [2]: спецификация (технические условия, ТУ), производство, инспекция. Деминг же, в свою очередь, подчеркивал тесную взаимосвязь между исследованиями, проектированием, производством и продажами, поэтому модернизировал данный цикл до четырех этапов [4, стр. 129]:

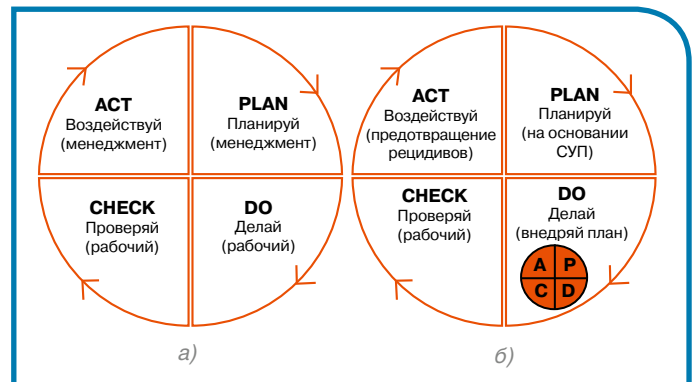


Рисунок 1. Цикл Шухарта-Деминга. Традиционное (а) и дополненное представление (б)

Шаг 1. Разработай продукт.

Шаг 2. Изготовь его, проверь на производственных линиях и в лабораториях.

Шаг 3. Поставь его на рынок.

Шаг 4. Проверь его в работе, узнай, что о нем думает потребитель и почему «непотребители» не нашла его.

Шаг 4 ведет к новому Шагу 1: Перепроектируй продукт, и цикл начинается заново [5].

Таким образом, основой научного метода в данном случае является итерация: именно повторение цикла PDCA может приблизить нас к цели — повышению качества [6] (рис. 1а).

Философия Деминга подразумевала рассмотрение производства как системы. Основа методологии заключается в том, что на любом производстве входное сырье «втекает» в процесс, а готовые изделия «вытекают». Данные передвижения тем самым образуют производственную цепочку, которая также называется потоком создания ценности [7]. Как писал сам Деминг в своей книге [4]: «Непрерывное совершенствование методов и процедур нацелено на наибольшее удовлетворение потребителей (пользователей) на следующей стадии. Каждая стадия взаимодействует со следующей и предыдущей с целью достижения оптимальной согласованности, все стадии работают вместе над достижением качества, которое конечный потребитель оценит как отличное».

В книге [8] говорится следующее: со временем применение цикла PDCA в Японии показало, что его основная концепция нацелена только на корректировку уже полученных результатов, поэтому вскоре она была дополнена (рис. 1б). В обновленной версии первый пункт цикла означает планирование совершенствования текущей практики с помощью



статистических инструментов. «Делай» означает внедрение разработанного плана, «Проверь» — выяснение, удалось ли добиться желаемых улучшений, а «Воздействуй» — предотвращение рецидивов и закрепление усовершенствований в качестве новой практики, подлежащей дальнейшему совершенствованию. Таким образом, цикл повторяется вновь и вновь, подобно вращающемуся колесу. Не зря японцы также называют его колесом Деминга. Масааки Имаи [8] подчеркивает тот факт, что внедрять цикл PDCA в любую работу по оптимизации необходимо только после того, как процесс стал статистически стабильным.

В программах Six Sigma аналогичный цикл носит название DMAIC («Определять (Define) — Измерять (Measure) — Анализировать (Analyze) — Улучшать (Improve) — Контролировать (Control)») [6].

Структура PDCA универсальна и поэтому так популярна: на четыре простых шага можно разбить абсолютно любой процесс и создание продукта, причем цикл применяется многократно и с различной периодичностью. Длительность периодов времени устанавливается в зависимости от характера, объема, длительности и содержания мероприятий по устранению причин отклонения. Поэтому данную модель можно использовать во всех видах бизнес-среды, включая разработку новых продуктов, управление проектами, изменениями, жизненным циклом продукции и цепочкой поставок.

Применение цикла PDCA является фундаментальным принципом как для процесса улучшений, так и для инноваций в области качества [5], к которым относятся такие мероприятия, как внедрение тотального управления качеством, бережливого производства, интегрированные системы менеджмента качества (включая стандарты ИСО 9001, ОНSAS 18001 и ISO 14001) [9 – 11]. В круговом цикле, который мы подсознательно используем и в повседневной жизни, заключается сущность реализации так называемых общих, универсальных функций управления, направленных на обеспечение всех условий создания качественной продукции и качественного ее использования, а также база для развития критического мышления [12].

ЦИКЛ ШУХАРТА И СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ

Э. Деминг подчеркивал тесную связь между применением цикла PDCA при улучшении любой стадии процесса и поиске случайных причин вариации с помощью методов статистического управления процессами (СУП) [4]. Он пишет: «На любом шаге

цикла Шухарта может потребоваться статистическая методология для экономики, быстроты и защиты от ложных выводов, протекающих из неспособности обнаружить и количественно оценить эффекты взаимодействия».

В статье [13] говорится о том, что, исходя из рис. 1а, высшее руководство, т.е. менеджмент, осуществляет стратегическое планирование на уровне Р («Планируй») и А («Воздействуй»), средний менеджмент (руководители подразделений) осуществляют проверку полученного результата (уровень С(S) «Изучай»). Рабочие только осуществляют само действие, спланированное и проверенное менеджментом. Получается, что, если поставленная цель достигнута, все молодцы. А если не достигнута, то кого винить в произошедшем? Высший менеджмент, люди достаточно опытные и квалифицированные, вряд ли захотят признавать, что ошибка была допущена на их уровне. Более вероятный сценарий, что поиск виноватых закончится на рабочих, т.е. на уровне D(O). Это означает, что оценивание людей по результатам будет прежде всего несправедливым, а несправедливость разрушает отношения в коллективе и губительна для всей организации.

Но что, если проблема не в рабочих и не в менеджменте, а в самой системе, где они трудятся? Главный ответ на данный вопрос лежит в применении статистического управления процессами. Стабильность процесса на данном этапе будет основным маркером готовности к каким-либо улучшениям. Нестабильный процесс, в свою очередь, может привести команду к непредсказуемым последствиям. Не зря старый подход к менеджменту в уже упомянутой книге [5] одну из вариаций цикла PDCA представляют в виде, где стадия АСТ заменена на стадию «Тушение пожаров». Это как раз яркий пример совершенствования нестабильного процесса.

Как известно, самый простой инструмент для обнаружения отсутствия стабильности системы (специальных причин вариации, влияющих на процесс) — это контрольные карты Шухарта (ККШ). Внедренное использование ККШ на всех этапах цикла поможет избежать большого количества «Тушений пожаров». В статье [13] предложена теория о том, что использование ККШ в момент перехода от стадии «Проверь» к стадии «Воздействуй» сможет значительно упростить задачу высшему менеджменту. Таким образом, модифицированный цикл примет вид, изображенный на рисунке 2. В таком случае уровень «Воздействуй» разделится на две части:

— «Воздействуй на систему», если процесс стабилен. В данном случае это зона ответственности высшего менеджмента;

— «Воздействуй на специальные причины вариации», если процесс нестабилен. Зона совместной ответственности менеджмента и рабочих.

Логика данного разделения проста и потому понятна. Только высший менеджмент может принимать решения относительно эффективности принятых изменений и начинания нового витка совершенствования в случае, если процесс не содержит «подводных камней» в виде специальных причин вариации. Если же ККШ обнаружила их, кто, как не рабочие, знают все глубинные процессы, происходящие в системе, и смогут выявить и устранить их.

В статье [14] также представлено подробное описание тесной взаимосвязи между использованием цикла PDCA и контролем статистической стабильности процессов.

Таким образом, применение СУП совместно с циклом PDCA поможет разграничить зоны ответственности внутри цикла, убережет систему от лишних «пожаров», а также сможет помочь избежать наказаний и разборок типа «кто виноват, почему это не получилось».

Эта идея не нова. СУП и цикл PDCA должны всегда идти рука об руку с улучшениями. В книге [8] авторы отмечают следующее: «Статистическое управление процессами всегда было в первую очередь способом мышления, подкрепленным, если надо, статистическими процедурами. Но без правильных концепций, без глубокого понимания концепции производства как системы и цикла Деминга как инструмента непрерывного улучшения продукции процедуры имеют мало смысла».

Э. Деминг также говорит о важности определения стабильности процесса в одном из своих знаменитых 14 пунктах по управлению качеством: «Под проблемами мы понимаем наличие как специальных (конкретных), так и общих причин изменчивости. То есть мы должны стремиться сделать нестабильный процесс стабильным, а стабильный, но неэффективный процесс — эффективным, который, в свою очередь, можно сделать еще более эффективным» [5].

В статье [6] утверждается, что цикл PDCA успешно применяется по отношению к запланированным изменениям. Но работает ли он в ситуации, когда изменения являются незапланированными? Важность ответа на этот вопрос подчеркивает С. Лифвергрэн [15], отмечая, что по мере возрастания сложности процессов возникающие изменения всё чаще выходят за рамки детального плани-

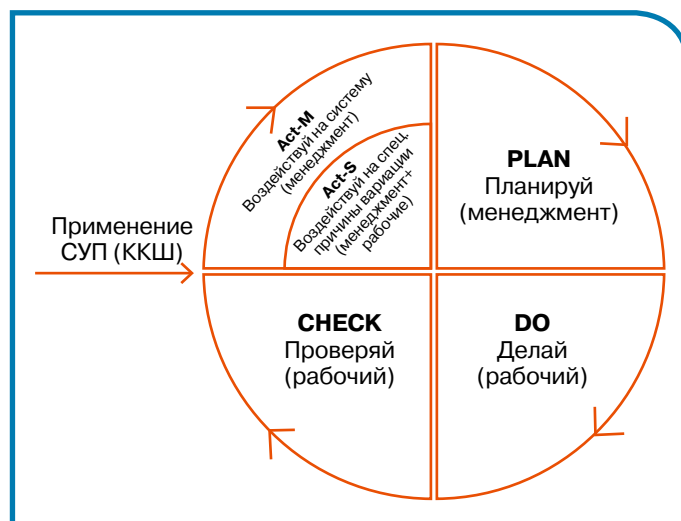


Рисунок 2. Модифицированный цикл PDCA с применением ККШ

рования. Соответственно, чем сложнее процесс, тем сложнее он предсказуем, тем больше возможностей для появления специальных причин вариаций.

ПОПУЛЯРНОСТЬ ЦИКЛА PDCA В XXI ВЕКЕ И ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛИ

Как уже было сказано, сам цикл PDCA начал активно использоваться благодаря Э. Демингу в середине прошлого века. На данный момент все методики, связанные с производством и управлением качеством, содержат в своей базовой конфигурации данный цикл. Но так ли популярен он в XXI столетии — веке высоких технологий и всеобщей автоматизации? Для ответа на этот вопрос была проведена статистика поисковых запросов в интернете с помощью аналитического инструмента Google Trends по следующим ключевым словам: PDCA, Lean production («бережливое производство»), SPC («статистическое управление процессами»), Agile («семейство гибких методологий»), Kanban за период с 2004 по 2023 г. В выборке присутствуют суммарные результаты по всем странам мира. Полученная диаграмма представлена на рис. 3.

Как видно из полученного графика, термин PDCA мало популярен среди пользователей интернета. Зато интерес к методологиям, неизменную и важную часть которых он составляет, таким как Lean и Agile, со временем только возрастает. Это неудивительно, ведь сам по себе цикл PDCA всего лишь эффективный инструмент для достижения поставленной цели на пути к совершенствованию и повышению качества. И то, что методологии, в основу

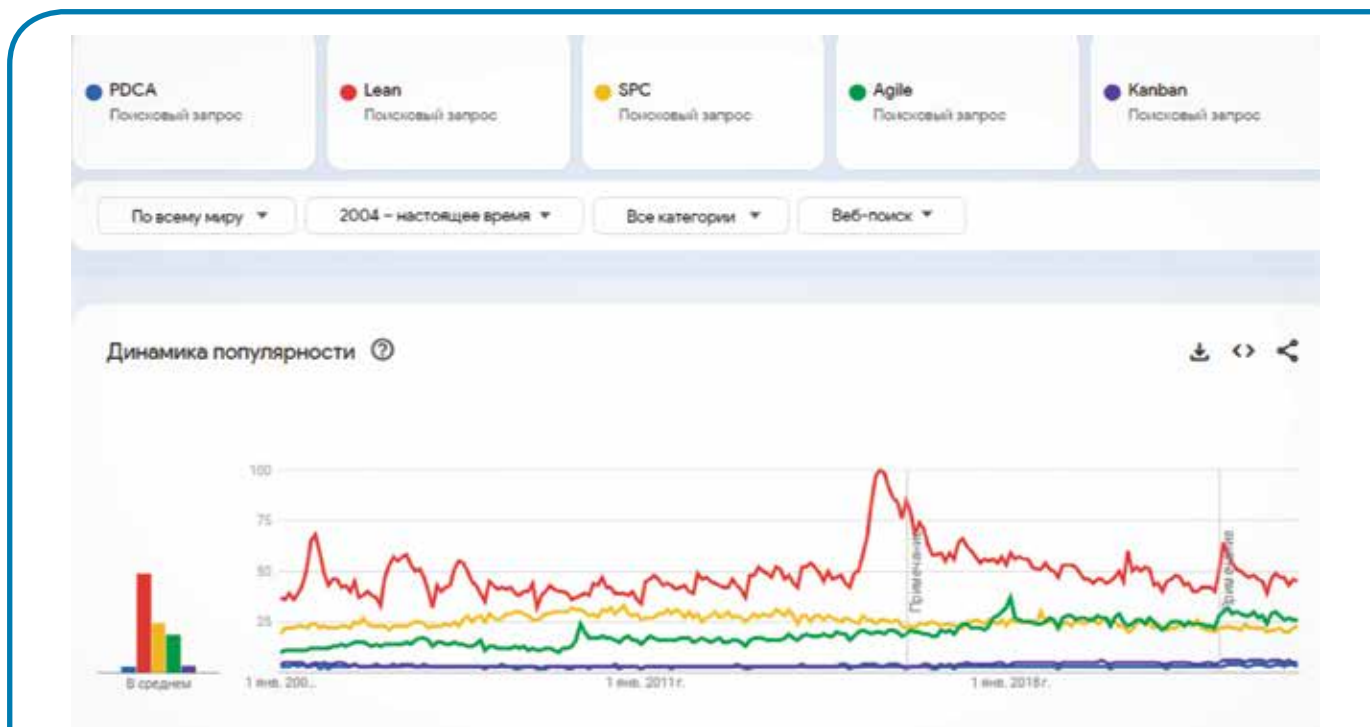


Рисунок 3. Популярность поисковых запросов в интернете по терминам PDCA, Lean, SPC, Agile, Kanban. График получен с помощью сервиса Google Trends.

которых он положен, так популярны, всего лишь следствие его эффективности.

Также мы видим, что и поисковые запросы по термину Kanban не имеют особой популярности. Но это, скорее всего, связано с тем, что семейство гибких методологий Agile уже содержит в себе, как вариант одного из подходов к совершенствованию, метод Kanban. Таким образом, запросы о нем скорее всего теряются в поиске по термину Agile.

МЕТОДОЛОГИЯ ГИБКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ AGILE

Гибкая методология Agile появилась в 2001 г. и с тех пор стала неизменной частью организации работы компаний, занимающихся разработкой ПО. Agile в переводе с английского языка означает «ловкий», «поворотливый». Преимущества данного подхода в соответствии с терминами, его характеризующими, основаны на гибкости и возможности вносить корректировки в процессе реализации проекта, а не на стадии планирования, как это принято в традиционном подходе. Основные постулаты данной системы основаны на гибкости, приемлемости изменений, постоянном движении вперед и тесном взаимодействии между участниками процесса. Для тра-

диционного управления проектами, который также называется Waterfall, характерно детальное и всестороннее планирование, контроль и важность определения требования заказчика в начале проекта. Но, как показывает практика, клиенты и сами не знают окончательных требований к проекту. Agile больше зависит от адаптации процесса к решаемой проблеме с упором на поставку частей проекта и их быструю корректировку по мере необходимости [16].

Данная методология заключается в наборе практик, инструментов и методов, используемых для предоставления ценности клиентам, с учетом непредсказуемости проекта и меняющихся требований заказчика. В основе данной методологии лежит большая цель, поставленная командой. Затем данную цель разбивают на более мелкие задачи и задают им определенные временные отрезки (спринты). Каждый спринт, в свою очередь, разбивает поставленные задачи на еще более мелкие, и команда, в свою очередь, формирует из них бэклог (набор задач, которые необходимо реализовать за спринт). Таким образом, большая задача разбивается командой на отдельные отрезки времени. Система работы основана на коротких промежутках времени, за которые продукт проходит все стадии реализации,

Таблица 1. Сравнение принципов Agile и Деминга

Принцип Agile-манифеста	Принцип Деминга
п. 1. Наивысшим приоритетом для нас является удовлетворение потребностей заказчика благодаря регулярной и ранней поставке ценного программного обеспечения.	п. 1. Постоянство цели. Поставьте перед собой цель и будьте неизменно твердыми и постоянными в достижении поставленной цели непрерывного улучшения продукции и услуг.
п. 2. Изменение требований приветствуется даже на поздних стадиях разработки.	п. 2. Новая философия. Примите новую философию. Мы находимся в новой экономической эре, начатой в Японии. Мы не можем более уживаться с обычно принятым уровнем задержек, ошибок, дефектов в материалах, брака в работе. Необходимо преобразование западного стиля менеджмента, чтобы остановить продолжающийся упадок экономики.
п. 3. Работающий продукт следует выпускать как можно чаще, с периодичностью от пары недель до пары месяцев.	п. 2. Новая философия.
п. 4. На протяжении всего проекта разработчики и представители бизнеса должны ежедневно работать вместе.	п. 8. Изгоняйте страхи. Поощряйте эффективные двусторонние связи и используйте другие средства для искоренения страхов, опасений и враждебности внутри организации с тем, чтобы каждый мог работать более эффективно и продуктивно на благо компании.
п. 5. Над проектом должны работать мотивированные профессионалы. Чтобы работа была сделана, создайте условия, обеспечьте поддержку и полностью доверьтесь им.	п. 7. Лидерство. Усвойте и введите в практику лидерство как метод работы, имеющий целью помочь работникам выполнять их работу наилучшим образом. Руководители всех уровней должны отвечать не за голые цифры, а за качество.
п. 6. Общение является наиболее практичным и эффективным способом обмена информацией как с самой командой, так и внутри нее.	п. 9. Разрушайте барьеры между подразделениями. Разрушайте барьеры между подразделениями, службами, отделениями. Люди из различных функциональных подразделений — исследователи, разработчики, производственники, представители коммерческих и административных служб — должны работать в командах с тем, чтобы устранять проблемы, которые могут возникнуть с продукцией или услугами.
п. 7. Работающий продукт — основной показатель прогресса.	п. 3. Покончите с зависимостью от массового контроля. Требуйте статистических свидетельств «встроенного» качества — как в процессе производства, так и при планировании.
п. 8. Устойчивое развитие. Инвесторы, разработчики и пользователи должны иметь возможность поддерживать постоянный ритм совершенствования.	п. 13. Поощряйте стремление к образованию. Учредите энергичную программу образования и поддержки самосовершенствования для всех работников. Организации нужны не просто люди, ей нужны работники, совершенствующиеся благодаря образованию.
п. 9. Постоянное внимание к техническому совершенству и качеству проектирования повышает гибкость проекта.	п. 5. Улучшайте каждый процесс. Улучшайте постоянно, сегодня и всегда все процессы планирования, производства и оказания услуг. Постоянно выискивайте проблемы, чтобы улучшать все виды деятельности и функции в компании, повышать качество и производительность.
п. 10. Простота и минимизация лишней работы.	п. 11. Устраните произвольные количественные нормы и задания. Устраните рабочие инструкции и стандарты, которые устанавливают произвольные нормы, квоты для работников и количественные задания для руководителей. Замените их поддержкой и помощью со стороны вышестоящих руководителей с тем, чтобы достигать непрерывных улучшений в качестве и производительности.
п. 11. Самые лучшие требования, архитектурные и технические решения рождаются у самоорганизующихся команд.	п. 3. Покончите с зависимостью от массового контроля. Уничтожайте потребность в массовых проверках и инспекции как способе достижения качества, прежде всего путем «встраивания» качества в продукцию. Требуйте статистических свидетельств «встроенного» качества — как в процессе производства, так и при выполнении закупочных функций.
п. 12. Команда должна систематически анализировать возможные способы улучшения эффективности и соответственно корректировать стиль своей работы.	п. 5. Улучшайте каждый процесс. Никогда не успокаивайтесь на том, что вам удалось решить некоторые проблемы и добиться соответствующего улучшения. Знайте, что в соответствии с природой вещей всегда возможны дальнейшие улучшения, но это достигается лишь тогда, когда выявляются и решаются и другие имеющиеся проблемы.



Рисунок 4. Цикл PDCA для Agile-методологии

поэтому в конце каждой итерации ему добавляется определенная ценность, и заказчик тем самым получает работоспособный продукт в конце каждого этапа. Итерации цикличны, количество циклов определяется в соответствии с достижением поставленной цели. Из-за итеративного подхода команда может приспосабливаться к меняющимся требованиям заказчика и при необходимости пересматривать на выполнение оставшихся спринтов.

Принципы Agile-подхода отражены в Agile-манифесте [17], который был разработан и подписан 17 «идеологами облегченных методологий». Авторы манифеста писали, что для них наиболее значительную ценность имеют следующие принципы:

- люди и взаимодействие важнее процессов и инструментов;
- работающая программа, а не полный пакет документации;
- сотрудничество с клиентом, а не переговоры по условиям контракта;
- реагирование на изменение, а не следование плану.

Четыре данных принципа приводят к итеративным и последовательным процессам. Как говорил М. Кон в своей книге [18]: «Проект по Agile похож на гонку по времени, а не на забег в десять километров: вам нужно пробежать как можно больше за шестьдесят минут».

Методология Agile была изобретена для более гибкого процесса разработки ПО, но все принципы применимы и к другим типам проектов. Главным фактором успешного внедрения методологии была и остается приверженность со стороны высшего руковод-

ства. В статье [19] представлено исследование того, насколько принципы Agile могут применяться в других сферах. Проведенный опрос среди граждан США показал, что из 300 опрошенных 59% работали в производстве ПО, 41% — в других областях промышленности. Также в статье представлен подробный разбор порядка действий, которые необходимо провести компании с традиционной бизнес-средой, чтобы внедрить в свои процессы гибкие методологии.

Выше уже говорилось о том, что принципы применения цикла PDCA просты и универсальны. Именно поэтому они остаются популярны спустя столько лет. На практике разные организации разработали различные подходы к методологии постоянного улучшения. Поэтому, посмотрев внимательно на процесс достижения поставленной цели с помощью методологий Agile, можно также увидеть соответствие циклу PDCA (рис. 4). Все стадии прохождения итерации можно также разделить на четыре части: «Планирование итерации — Разработка — Тестирование — Релиз». Из этого можно сделать предположение, что данный цикл трансформировался в новую и достаточно популярную методологию, которая активно используется в настоящее время.

Возможно, подобный подход к работе команды будет в новинку приверженцам подхода Waterflow, но данные идеи не новы. Вот как описывал командную работу Э. Деминг в своей книге [4]: «Каждый может принять участие в работе команды. Цель команды — улучшить вход и выход на каждой стадии. Команда может состоять из людей, работающих в разных подразделениях. У команды есть потребитель. Каждый в команде имеет возможность предлагать идеи, планы и числа, но все должны быть готовы к тому, что их самая любимая идея будет потоплена при поиске консенсуса в команде. И снова к ней можно будет вернуться только на следующем цикле».

Главное отличие применения подхода Agile к практическому использованию цикла PDCA основано на том, что использование обычно разграничивает роли в команде относительно уровня воздействия (об этом подробно говорилось в главе 2 данной работы). Agile-команда кросс-функциональна, т.е. в ней собраны все необходимые компетенции для создания продукта, и благодаря присутствию всех членов команды на всех стадиях цикла каждый из участников обладает равным набором знаний о продукте и стадиях его создания. Таким образом, их роли не разграничиваются на тех, кто принимает решения, и того, кто производит ценность, каждый участник команды по-своему вносит свой вклад в конечный результат.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПРИНЦИПАМИ AGILE И 14 ПУНКТАМИ ДЕМИНГА

Как уже было отмечено ранее, история методологии Agile началась с момента разработки Agile-манифеста — документа, содержащего 12 принципов ее работы [17]. Если продолжить проводить аналогию между подходом Э. Деминга и Agile, то можно увидеть пересечение этих принципов (табл. 1).

Как видно из данной таблицы, большинство из 14 пунктов Деминга коррелируют с принципами Agile. И в этом нет ничего удивительного: великий гуру качества составлял свои принципы на основании долгих лет тесной работы с огромным количеством абсолютно разных компаний. Составленные им пункты также имеют и психологический подтекст (т.е. она разработаны, основываясь на психологии человека и применении ролей «начальник — подчиненный»). Поэтому их актуальность в настоящее время и в будущем трудно недооценить, т.к. методы и подходы могут меняться, а человеческая психология формировалась миллионы лет и вряд ли изменится в ближайшее время.

ВЫВОДЫ

Цикл PDCA был введен в обиход более 80 лет назад. За это время он много раз трансформировался, на его основе создавались всё новые и новые методологии, и со временем они стали еще более популярны. Эти методологии достаточно популярны и показывают хорошие результаты по совершенствованию процессов и повышению качества продукции. Но важным и, к сожалению, недооцененным компонентом успешного применения данного цикла на практике было и остается определение статистической стабильности процесса. Этот аспект до сих пор игнорируется многими компаниями, из-за чего эффективность их мероприятий теряется вместе со временем, деньгами и мотивацией сотрудников.

Важно понимать, что PDCA — это цикл, а не процесс, имеющий начало и конец. Это означает, что каждое улучшение становится новым базовым уровнем, а вы, в свою очередь, продолжаете искать способы сделать его еще лучше для своей организации или клиентов с целью повышения качества и удовлетворенности потребителей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0> (дата обращения: 19.07.2023).

2. **Shewhart W.** Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. - N.Y.: Dover Publ., Inc., 1939 (reprint 1986). — 163 p.
3. **Деминг У.Э.** Лекция перед японскими менеджерами в 1950 г. / Пер. Ю.П. Адлера и В.Л. Шпера // Методы менеджмента качества. — 2000. — № 10. — С. 24—29.
4. **Деминг У.Э.** Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. — М.: Альпина Паблишер, 2015.
5. **Нив Г.** Пространство доктора Деминга: Принципы построения устойчивого бизнеса. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 370 с.
6. **Ван Кеменаде Э.** Миф о цикле PDCA: чего не учитывал Эдвардс Деминг // Методы менеджмента качества. — 2019. — № 10. — С. 10—14.
7. **Уилер Д., Чамберс Д.** Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. — 409 с.
8. **Имаи М.** Кайдзен: ключ к успеху японских компаний. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2015. — 274 с.
9. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования.
10. ГОСТ Р 54934-2012 (OHSAS 18000:2007). Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования.
11. ГОСТ Р ИСО 14001-2015. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
12. **Кузнецова Н.В., Гулиев М.М., Мухина Д.А.** Цикл PDCA как алгоритм оптимального управления компанией / В сборнике: Современная модель управления: проблемы и перспективы. материалы V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. — Магнитогорск, 2021. — С. 103—108.
13. **Шпер В.Л.** Эффективная коммуникация и развитие организации // Менеджмент качества. — 2008. — С. 172—182.
14. **Адлер Ю.П., Хунузиди Е.И., Шпер В.Л.** Методы постоянного совершенствования сквозь призму цикла Деминга-Шухарта // Методы менеджмента качества. — 2005. — №3. — С. 29—36.
15. **Lifvergren S., Docherty P., Shani A.B.R.** Toward a sustainable healthcare system: transformation through participation // Organizing for sustainable effectiveness. — Bingley: Emerald Books, 2011. — pp. 99—125.
16. **Сазерленд Д. Scrum.** Революционный метод управления проектами. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 272 с.
17. <https://agilemanifesto.org/iso/ru/principles.html> (дата обращения: 19.07.2023).
18. **Кон М. Agile.** Оценка и планирование проектов. — М.: Альпина Паблишер, 2021. — 417 с.
19. **Ciric D., Lalic B, Gracanin D., N. Tasic N., M. Delic M., Medic N.** Agile vs. Traditional Approach in Project Management: Strategies, Challenges and Reasons to Introduce Agile // 25th International Conference on Production Research Manufacturing Innovation: Cyber Physical Manufacturing. — Vol. 39, 2019. pp. 1407—1414.

АВТОР:

С.А. ШЕРЕМЕТЬЕВА, аспирант кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ МИСИС

УДК 658.5.011

Многомерный статистический контроль процессов



Производится мониторинг стабильности процесса. Через определенные промежутки времени берутся мгновенные выборки (рациональные подгруппы), по которым вычисляются заданные характеристики. Наиболее распространенным методом контроля является использование стандартных карт Шухарта. При этом для контроля стабильности среднего уровня процесса применяют карты средних значений, реже — карты медиан; для контроля рассеяния показателей используются карты размахов или стандартных отклонений, или карты скользящих размахов, когда используются индивидуальные наблюдения (объем выборки равен единице) из-за технических сложностей или высокой стоимости измерений [1-3].

Качество изделия обычно характеризуется несколькими показателями. Карты Шухарта эффективны при мониторинге независимых показателей процесса. При многомерном контроле, когда часть показателей коррелирована, такой подход приводит к существенным погрешностям. В этом случае для контроля среднего уровня многопараметрического процесса применяют карты Хотеллинга, а для контроля многомерного рассеяния используют алгоритм обобщенной дисперсии [4-6].

Погрешности при применении карт Шухарта связаны с двумя обстоятельствами.

Во-первых, различны доверительные области: при независимом контроле это прямоугольный па-

раллелепипед, стороны которого определяются контрольными границами карт Шухарта. С учетом корреляционных связей в действительности доверительная область при многомерном нормальном распределении показателей представляет собой эллипсоид, главные оси которого повернуты относительно осей параллелепипеда: опытные точки, оказываю-



Ключевые слова: качество изделия, карты Шухарта, корреляционные связи, карта Хотеллинга, карта обобщенной дисперсии.

Почти 20 лет назад, когда я защищал докторскую диссертацию по многомерному статистическому контролю, среди полутора десятков отзывов я получил отзыв и от профессора МИСиС Ю.П. Адлера. В отличие от других, он пришел самотеком: я не был лично знаком с Юрием Павловичем, хотя, конечно, мне были хорошо известны его многочисленные работы в области менеджмента качества в целом и по статистическим методам в частности. Видимо, моя работа заинтересовала его: наряду с положительной в целом оценкой он сделал и ряд серьезных замечаний. Я защищался в совете по математическому моделированию (а не по управлению качеством), поэтому большинство членов совета не знали Ю.П. Адлера как специалиста по менеджменту качества, но зато многие знали его как автора известной книги по планированию эксперимента, выдержавшей множество изданий, так что его отзыв был серьезной поддержкой моей работы.

Отзыв был подписан Ю.П. Адлером, действительным членом Российской академии проблем качества, членом Международной гильдии профессионалов качества, старейшим специалистом в области прикладной статистики и качества, и зачитан на защите практически полностью. Цитирую по стенограмме.

«Есть такие темы, о существовании которых известно давно, их полезность, важность и актуальность не вызывает сомнений, да вот только желающие ими заняться появляются нечасто. Здесь требуется настоящее мужество. Данная работа — как раз такой случай. Дело в том, что одномерный контроль тщательно разработан, широко внедрен и, несомненно, очень полезен. А многомерный вариант очень сложен, труден для понимания, и лучше ли — неясно. Вместе с тем понятно, что рано или поздно весь потенциал одномерных методов будет исчерпан и на повестку дня неизбежно встанут многомерные методы. Готовить и приближать это время — важнейшая задача. Ее и попытался продвинуть автор данной работы. И сделал это с успехом.»

В качестве недостатков работы отмечаются следующие:

- План имитационного эксперимента, на основании которого было получено уравнение (23), оказался избыточным и неэффективным. Поскольку адекватным получилось линейное уравнение, не имело смысла проводить эксперимент, в котором два фактора варьировались на трех уровнях, а один даже на четырех. Да еще при неравномерном расположении уровней. Вполне годился обычный факторный план (2).

- Неубедительными представляются мотивы для выбора вида модели уравнения (27), тем более, что в автореферате отсутствует сам план имитационного эксперимента для этого случая.

- В автореферате утверждается, что в методе Зельнера достигнуто «некоторое улучшение» качества модели, что выражается в изменении коэффициента детерминации от 0,54 до 0,57. Полагаю, что такое различие, скорее всего, незначимо, об улучшении качества модели говорить не приходится.

щиеся внутри параллелепипеда, но вне эллипсоида, свидетельствуют о нормальном ходе процесса, хотя на самом деле он статистически неуправляем и требует вмешательства.

Предположим, что в процессе контролируются p -показатели качества

$\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_p)$, имеющие совместное нормальное распределение.

Плотность распределения определяется по формуле

$$f(\mathbf{X}) = (2\pi)^{-p/2} |\Sigma|^{-1/2} \exp \left[-(\mathbf{X} - \mu)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{X} - \mu) / 2 \right], \quad (1)$$

где μ — вектор средних значений, S — ковариационная матрица, элементы которой $\sigma_{ii} = \sigma_i^2$ — дисперсии случайных величин X_i , а $\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$ (ρ_{ij} — коэффициент корреляции между величинами X_i и X_j) — ковариации между X_i и X_j .

Для частного случая двумерного нормального распределения на рис. 1 показаны графики этого распределения — плотность и линии уровня.

На рис. 2 показан процесс контроля двух показателей в системе координат X_1 – X_2 . Прямоугольник — это

контрольные границы карт Шухарта для показателей X_1 и X_2 в предположении их независимости, а эллипс — соответствующая доверительная область для

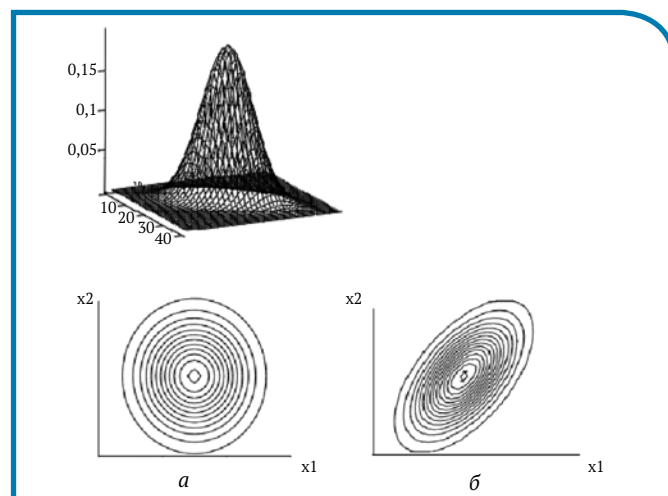


Рис. 1. Двумерное нормальное распределение (а — некоррелированные, б — коррелированные показатели)

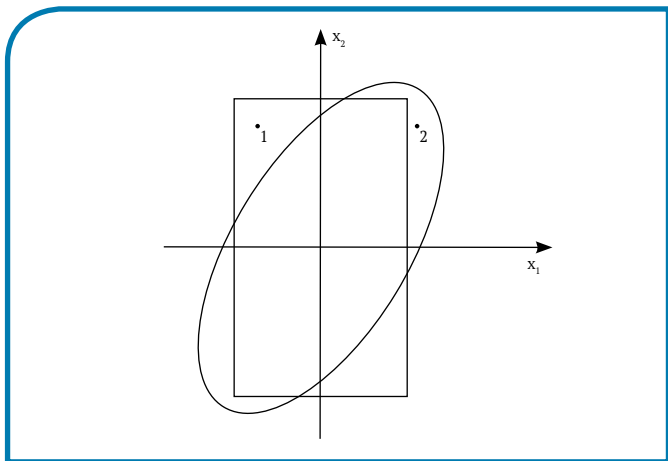


Рис. 2. Контроль двух показателей

двумерного нормального распределения (контрольная граница карты Хотеллинга для коррелированных показателей). Точка 1, лежащая внутри прямоугольника, с точки зрения карт Шухарта, свидетельствует о нормальном ходе процесса. Однако, если показатели коррелированы, эта точка должна находиться в пределах эллипса, и, таким образом, процесс нестабилен. Наоборот, точка 2 с позиции карт Шухарта — показатель нестабильности (статистической неуправляемости) процесса, при этом с точки зрения многомерного контроля процесс протекает в нормальном режиме.

Второе обстоятельство, свидетельствующее о целесообразности применения многомерного контроля, связано с тем, что определение совместного уровня значимости (вероятности ложной тревоги) невозможно при контроле по отдельным показателям, коррелированным между собой. Проиллюстрируем это на примере двух показателей. Пусть A_1 — событие, состоящее в попадании показателя X_1 в доверительную область, A_2 — аналогичное событие для показателя X_2 ; при независимых событиях вероятность P попадания обоих показателей в доверительную область равна

$$P(A_1 A_2) = P(A_1) P(A_2).$$

В случае зависимых показателей по известной формуле теории вероятностей

$$P(A_1 A_2) = P(A_1) P(A_2/A_1).$$

Определение условной вероятности $P(A_2/A_1)$ попадания показателя X_2 в заданную область в предположении, что X_1 уже находится в ней, практически нереально даже для двух показателей процесса.

Контрольные карты используются для проверки стабильности процесса. С точки зрения статистики проводится проверка гипотез о равенстве характеристик процесса (математического ожидания и дисперсии) заданным значениям.

Для проверки гипотезы $H_0: \mu = \mu_0$ в одномерном случае при известной дисперсии генеральной совокупности σ^2 по выборке объема n используется статистика

$$z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

или статистика Стьюдента

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$$

при неизвестной дисперсии, оцениваемой по выборке s .

Аналогом этих величин для проверки гипотезы $H_0: \mu = \mu_0$ в многомерном варианте является обобщенная статистика Хотеллинга T^2 :

$$T^2 = n (\mathbf{X} - \mathbf{m}_0)^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X} - \mathbf{m}_0), \quad (2)$$

где \mathbf{S} — выборочная оценка ковариационной матрицы Σ .

КАРТА ХОТЕЛЛИНГА

Основные соотношения. Применение контрольной карты Хотеллинга предполагает расчет для каждой t -й мгновенной выборки ($t = 1, \dots, m$) статистики (2)

$$T_t^2 = n (\mathbf{X}_t - \mu_0)^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_t - \mu_0), \quad (3)$$

где n — объем мгновенной выборки, \mathbf{X}_t — вектор средних в мгновенных выборках,

$$\bar{\mathbf{X}}_t = (x_{t1} \dots x_{tp})^T,$$

\bar{X}_{ij} — среднее значение в t -й мгновенной выборке по j -му показателю ($j = 1, p$); μ_0 — вектор целевых средних,

$$\mu_0 = (m_1 \dots m_p)^T,$$

где

$$m_j = \frac{1}{mn} \sum_{t=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ijt}.$$

Оценки компонент ковариационной матрицы размерности $p \times p$, определяющие рассеяние показателей качества и степень тесноты их связи, вычисляются по формуле

$$s_{jk} = \frac{1}{m(n-1)} \sum_{t=1}^m \sum_{i=1}^n (x_{ijt} - \mu_j)(x_{ikt} - \mu_k), \quad j, k = 1, \dots, p. \quad (4)$$

При стабильном ходе процесса должно выполняться условие

$$T_t^2 < T_{кр}^2, \quad (5)$$

где $T_{кр}^2$ — граница критической области.

Контрольная граница. Многомерная контрольная карта Хотеллинга, по сути, — та же карта Шухарта, в которой в качестве контролируемой величины используется обобщенная статистика Хотеллинга. Обратим внимание на то, что эта карта имеет только верхнюю контрольную границу.

Если ковариационная матрица Σ известна, статистика Хотеллинга имеет χ^2 -распределение; в этом случае положение контрольной границы на заданном уровне значимости α определяется по таблице квантилей этого распределения:

$$T_{кр}^2 = \chi_{1-\alpha}^2(p). \quad (6)$$

При неизвестной ковариационной матрице статистика

$$F = \frac{n-p}{p(n-1)} T_2$$

имеет нецентральное F -распределение Фишера с p и $(n-p)$ -степенями свободы и параметром нецентральности:

$$\lambda^2 = n(\mu - \mu_0)^T \Sigma^{-1}(\mu - \mu_0).$$

При этом статистика T^2 имеет распределение Хотеллинга. В одномерном случае $p = 1$ и распределение Хотеллинга совпадает с распределением Стьюдента.

При оценивании компонент ковариационной матрицы с использованием текущих мгновенных выборок ($n > 1$) граница критической области определяется по формуле [5].

$$T_{кр}^2 = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{1-\alpha}(p, m-m-p+1), \quad (7)$$

где $F_{1-\alpha}(k_1, k_2)$ — квантиль F -распределения Фишера с числами степеней свободы в числителе k_1 , в знаменателе — k_2 .

Если же для оценивания компонент ковариационной матрицы использована специальная (обучающая) выборка, взятая до начала контроля (на стадии отлаженного процесса), то справедливо соотношение

$$T_{кр}^2 = \frac{p(m+1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{1-\alpha}(p, m-m-p+1). \quad (8)$$

Выявление показателя, вызвавшего нарушение процесса. При интерпретации карты Хотеллинга решаются две задачи. Во-первых, при нарушении про-

цесса часто представляет интерес выявить, по какому показателю произошло нарушение. Во-вторых, кроме рассмотренной критической ситуации выхода статистики Хотеллинга за контрольную границу возможны и другие варианты расположения точек на карте, при которых целесообразно принять решение об остановке процесса. Это так называемые неслучайные структуры — тренды, серии и т.п.

Пусть при некотором $t = t_0$ оказалось, что $T_{t_0}^2 \geq T_{кр}^2$, т.е. на карте зафиксировано нарушение процесса. Карта Хотеллинга не показывает, с каким непосредственно из показателей (или совместным влиянием показателей) связано нарушение процесса. В связи с этим встает вопрос о выявлении этого показателя.

Для проверки гипотезы о том, что «ответственность» за нарушение процесса лежит на j -м показателе, может быть использован частный критерий Хотеллинга [7]. Гипотеза верна, если

$$T_j^2 = n[\mathbf{c}_j^T(\mathbf{X}_{t_0} - \mu)]^2 / [\mathbf{c}_j^T \mathbf{S} \mathbf{c}_j] > T_{кр}^2, \quad (9)$$

где \mathbf{c}_j — вектор-столбец, состоящий из нулей во всех строках, кроме j -й, и единицы в j -й строке.

Если все p гипотез отвергаются, то это означает, что нарушение процесса вызвано совместным воздействием нескольких показателей. Таким образом, используя частный критерий Хотеллинга, можно выявить показатель, по которому произошло нарушение процесса.

При небольших корреляциях, когда показатели практически некоррелированы, выявление показателя, по которому произошло нарушение, возможно с использованием карт Шухарта.

Еще один подход, который также иногда приводит к нужному результату, — это поочередное удаление данных по одному из показателей и построение карты Хотеллинга не по p , а по $(p-1)$ -показателю процесса.

В качестве примера на *рис. 3* показана карта Хотеллинга для одного из примеров использования многомерного статистического контроля процесса в отечественной промышленности, приведенного на диске, прилагаемом к книге В. Боровикова [8].

Исследовались три показателя качества прокатного листа: число вмятин, длина области с вмятинами, глубина вмятин. Формировались мгновенные выборки из десяти наблюдений. На карте представлены результаты наблюдений по десяти выборкам (*рис. 3*). Видно, что в седьмой выборке имеет место нарушение процесса.

Для выявления показателя, по которому произошло нарушение, последовательно удалялось по одному показателю и строились карты Хотеллинга

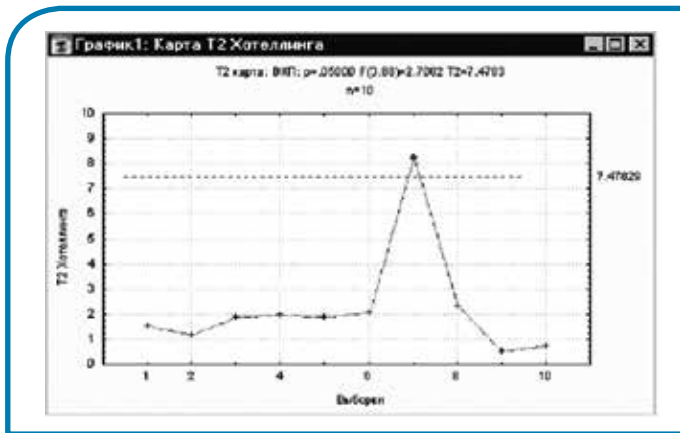


Рис. 3. Использование карт Хотеллинга для контроля качества листового проката

для двух оставшихся (рис. 4). Видно, что выброс на карте связан с глубиной вмятин.

Неслучайные структуры на карте Хотеллинга.

По аналогии с картами Шухарта процесс считается стабильным, если значения контролируемой статистики не превышают критическое значение: Шухартом было рекомендовано в качестве признаков вероятной разладки процесса рассматривать попадание точки, соответствующей контролируемому параметру, в область, находящуюся вне контрольных границ.

На практике по мере расширения использования этих карт всё чаще возникали случаи, когда все точки находились в зоне между контрольными границами, но по графику было видно, что процесс протекает нестабильно. Например, исследуемый процесс имеет явную тенденцию к росту или снижению, носит периодический характер, присутствует размещение множества последовательных точек по одну сторону от центральной линии и т.д. Вследствие этого возникла необходимость расширить перечень критериев, с помощью которых можно визуально оценить стабильность процесса.

С этой целью было предложено выявлять структуры специального вида или так называемые неслучайные структуры [2,9], т.е. совокупности точек, вероятность образования которых сопоставима с вероятностью ложной тревоги (т.е. таких, появление которых при стабильном ходе процесса маловероятно).

Опыта использования контрольных карт Хотеллинга пока недостаточно, чтобы можно было четко сформулировать основные критерии нестабильности процесса. Тем не менее очевидно, что некоторые из критериев, используемые для интерпретации карт Шухарта, применимы и для карты

Хотеллинга. По аналогии с рекомендуемой стандартом методикой обнаружения структур специального вида, свидетельствующих о нарушении процесса на карте Шухарта, область между горизонтальной осью t на карте Хотеллинга и контрольной границей (Upper Control Limit) $UCL = T_{kp}^2$ разделена на три зоны А, В и С (рис. 5).

Существенный практический интерес может представлять анализ следующих структур специального вида, показанных на этом рисунке:

а) выход точки, соответствующей расчетному значению статистики Хотеллинга, за контрольную границу UCL;

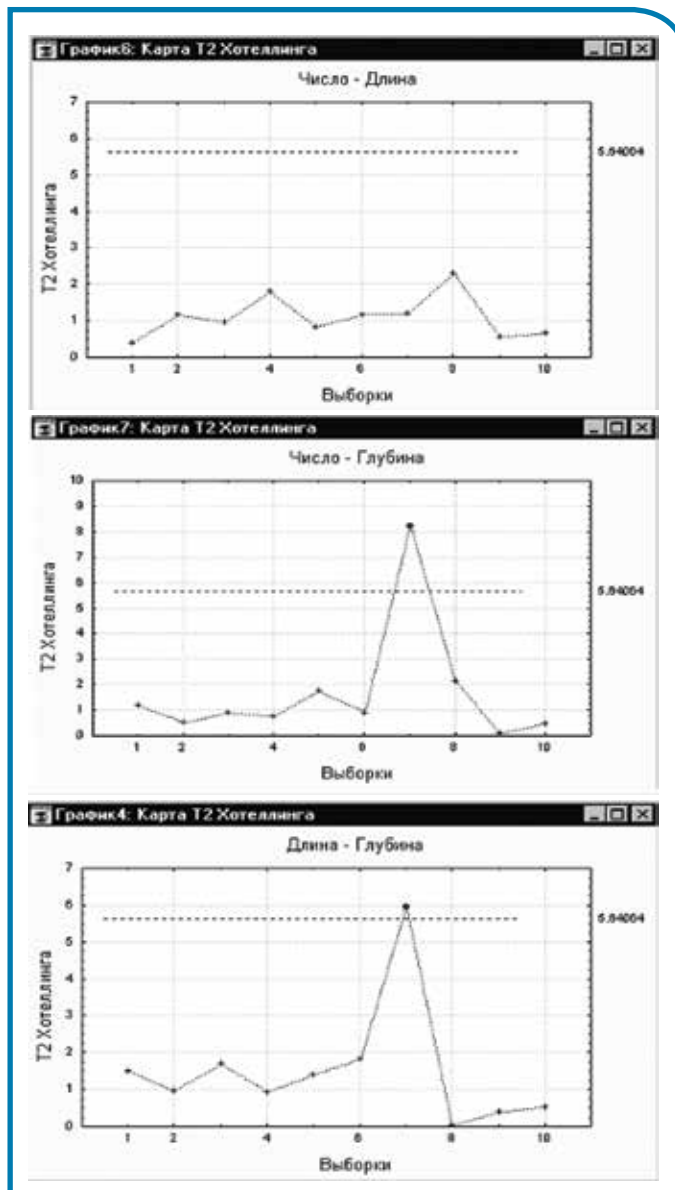


Рис. 4. Выявление показателя, по которому нарушен процесс

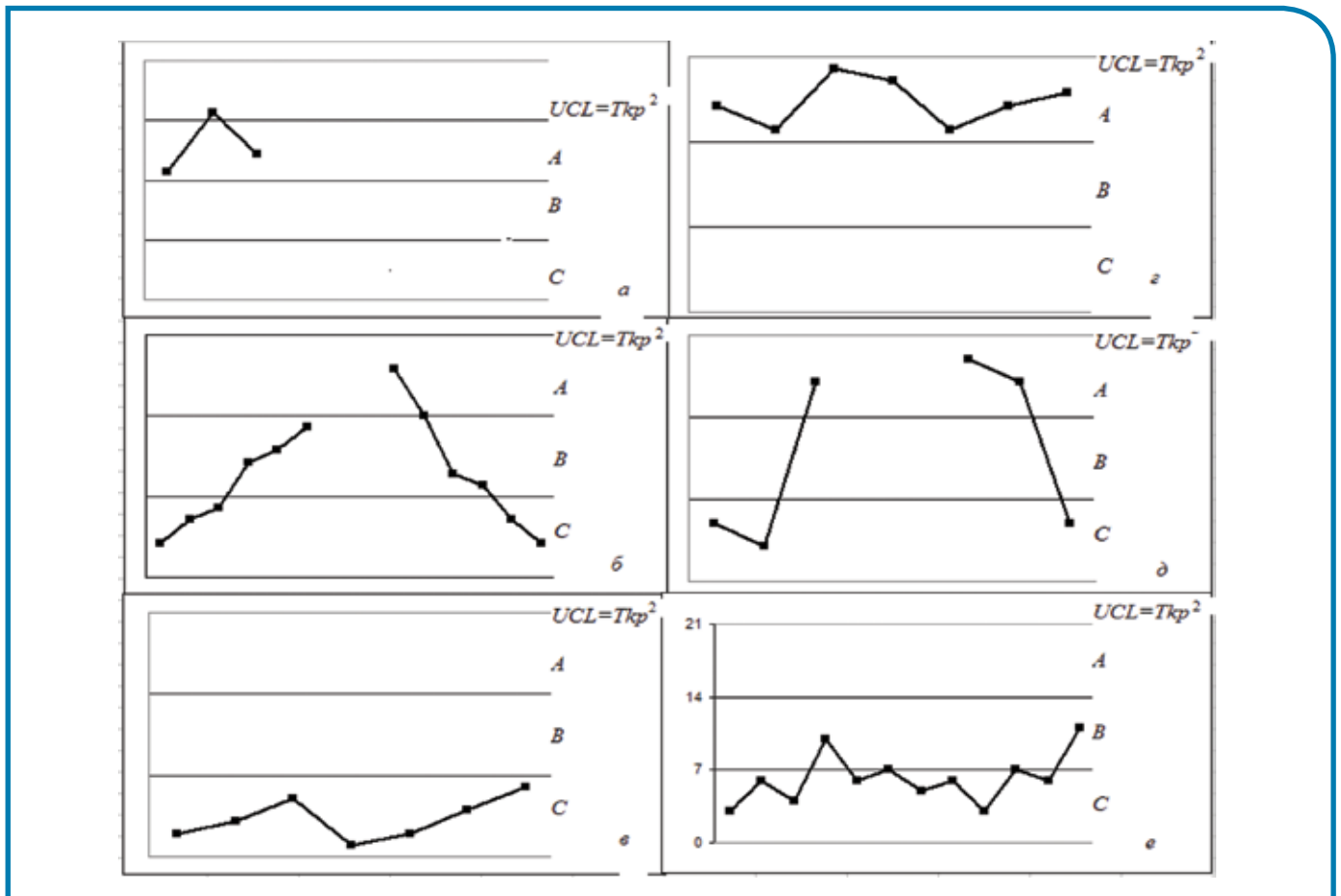


Рис. 5. Структуры специального вида на карте Хотеллинга

б) тренд (сколько точек подряд на возрастание или на убывание в зависимости от количества контролируемых показателей могут рассматриваться как специальная структура, т.е. вероятность появления такого количества точек соизмерима с вероятностью ложной тревоги);

в) приближение к оси абсцисс (зона С в диапазоне до $1/3T_{2кр}$) — сколько точек, расположенных подряд в этой зоне в зависимости от количества контролируемых показателей, могут рассматриваться как структура специального вида;

г) приближение к контрольной границе (зона А);

д) резкие скачки на карте — на величину $kT_{2кр}$ (при каком k при заданном количестве контролируемых показателей p соответствующий скачок на карте может рассматриваться как специальная структура);

е) цикличность (сколько точек, расположенных в шахматном порядке, могут рассматриваться как структура специального вида).

Результаты расчета структур, свидетельствующих о возможном нарушении процесса, при контроле от двух до восьми показателей представлены в табл.1 [10].

Из этой таблицы следует, что, например, при контроле шести показателей в качестве структур специального вида может рассматриваться тренд из семи точек на карте Хотеллинга, или 10 точек подряд вблизи оси абсцисс, или девять циклически расположенных точек, и т.п.

Поиск соответствующих структур проводится с применением специальных алгоритмов.

Оценка воспроизводимости многомерного процесса. Рассмотрим ситуацию, когда контролируются два показателя, имеющие совместное нормальное распределение, т.е. область рассеяния процесса — эллипс. Предположим, что средний уровень процесса совпадает с целевым значением (рис. 6а) и область рассеяния целиком лежит в поле допуска. Альтернативные варианты показаны на рис. 6б, где

Табл. 1. Результаты расчета структур специального вида

Структура	Критическое состояние при заданном количестве контролируемых показателей						
	2	3	4	5	6	7	8
Тренд	6 точек	6 точек	6 точек	6 точек	7 точек	7 точек	7 точек
Приближение к оси абсцисс	—	—	15 точек	12 точек	10 точек	9 точек	8 точек
Приближение к контрольной границе	2 точки из 5	2 точки из 3	2 из 3 или 3 из 10	2 из 3 или 3 из 9	3 из 8 или 4 из 15	3 из 7 или 4 из 14	3 из 6 или 4 из 13
Резкие скачки	$k = 0,75$	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,65
Цикличность	8 точек	9 точек	9 точек	9 точек	9 точек	10 точек	10 точек

процесс нецентрирован (средний уровень процесса не совпадает с целевым значением) и на рис. 6в, где область рассеяния выходит за пределы поля допуска при центрированном процессе.

На рис. 6а $d = USL_1 - LSL_1$ — допуск для показателя X_1 , а R — характеристика рассеяния по этому показателю, принятая равной ширине доверительного интервала показателя в направлении оси X_1 (графически доверительная область представляет собой прямоугольник со сторонами, параллельными координатным осям, описанный вокруг эллипса).

Используя зависимости для доверительных пределов линейных комбинаций (9), нетрудно найти

$$R = 2[\mathbf{c}_1^T \mathbf{S} \mathbf{c}_1 T_{kp}^2 / n]^{1/2},$$

где \mathbf{c}_1 — вектор из двух элементов, первый из которых — 1, второй — 0; \mathbf{S} — оценка ковариационной матрицы, T_{kp}^2 — контрольная граница карты Хотеллинга; n — объем мгновенной выборки.

В определенном смысле величина R является аналогом одномерного рассеяния 6σ , используемого для определения индекса воспроизводимости одномерного процесса. Тогда по аналогии введем индекс воспроизводимости процесса по j -му показателю:

$$C_{pj} = (USL_j - LSL_j) / 2 [\mathbf{c}_j^T \mathbf{S} \mathbf{c}_j T_{kp}^2 / n]^{1/2}, \quad (10)$$

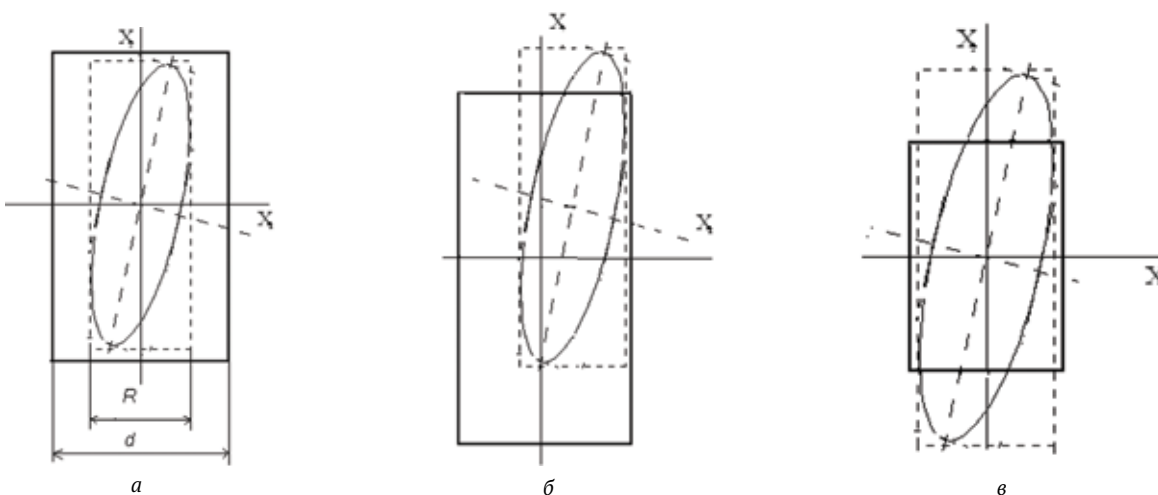


Рис. 6. К расчету индекса воспроизводимости для многопараметрического процесса: а — процесс воспроизводим и центрирован; б — процесс нецентрирован; в — процесс невоспроизводим

где \mathbf{c}_j — вектор-столбец из p элементов: нулей во всех строках, кроме j -й, и единицы в j -й строке.

Для односторонних допусков соответственно:

$$C_{p_{uj}} = (USL_j - x_j) / [\mathbf{c}_j^T \mathbf{S} \mathbf{c}_j T_{kp}^2 / n]^{1/2} \quad (11)$$

$$C_{p_{lj}} = (\bar{x}_j - LSL_j) / [\mathbf{c}_j^T \mathbf{S} \mathbf{c}_j T_{kp}^2 / n]^{1/2}. \quad (12)$$

Определив p индексов воспроизводимости по каждому показателю качества процесса, предлагается минимальное из этих значений принять за индекс воспроизводимости C_p многомерного процесса:

$$C_p = \min C_{pj}. \quad (13)$$

Для ситуации, показанной на *рис. 6а*, $C_p > 1$, т.е. имеется некоторый запас по рассеянию (на *рис. 6в* $C_p < 1$).

Индекс работоспособности процесса по j -му показателю, учитывающий несовпадение среднего уровня процесса \bar{x}_j с целевым μ_j (*рис. 6б*), равен

$$C_{pkj} = C_{pj} (1 - k_j), \quad (14)$$

где индекс центрированности по j -му показателю

$$k_j = 2|\mu_j - x_j| / (USL_j - LSL_j). \quad (15)$$

Карта многомерных экспоненциально взвешенных скользящих средних. Контрольная карта Хотеллинга, как и карты Шухарта, часто недостаточно чувствительна для обнаружения малых смещений среднего уровня процесса; в этом случае более эффективны контрольные карты кумулятивных сумм и экспоненциально взвешенных скользящих средних.

Среди множества алгоритмов на основе статистики Хотеллинга, предложенных для построения контрольных карт многомерных кумулятивных сумм, наиболее чувствительными к изменению среднего уровня процесса, как показали исследования [11], оказались два: алгоритм Крозера и алгоритм Пигнателло – Рунгера. Однако позднее с использованием множества статистических испытаний было доказано, что еще более эффективен алгоритм многомерных экспоненциально взвешенных скользящих средних.

Обобщение алгоритма экспоненциально взвешенных скользящих средних на многомерный случай предложено Ц. Лоури с соавторами [12].

В общем случае определяется вектор

$$\mathbf{Z}_t = (1 - \mathbf{K})\mathbf{Z}_{t-1} + \mathbf{K}(\mathbf{X}_t - \mu_0), \quad (16)$$

где $\mathbf{Z}_0 = \mathbf{0}$, \mathbf{K} — диагональная матрица размерности $p \times p$, элементы которой — параметры сглаживания по каждому из p контролируемых показателей. Как правило, эти параметры принимаются одинаковыми

$$K_{11} = K_{22} = \dots = K_{pp} = k_{ME},$$

тогда формула (16) примет вид

$$\mathbf{Z}_t = (1 - k_{ME})\mathbf{Z}_{t-1} + k_{ME}(\mathbf{X}_t - \mu_0). \quad (17)$$

Далее вычисляется статистика, аналогичная обобщенной статистике Хотеллинга

$$ME_t = \mathbf{Z}_t^T \Sigma_z^{-1} \mathbf{Z}_t, \quad (18)$$

где Σ_z — ковариационная матрица величин \mathbf{Z}_t

$$\mathbf{S}_z = \frac{k_{ME}}{2 - k_{ME}} [1 - (1 - k_{ME})^{2t}] \mathbf{S}. \quad (19)$$

Процесс статистически управляем, если рассчитанное значение многомерной экспоненциально взвешенной скользящей средней ($MEWMA$) ME_t меньше критического значения ME_{kp} . Параметр сглаживания k_{ME} и параметр ME_{kp} , определяющий положение контрольной границы на карте, могут быть определены по результатам статистических испытаний.

КАРТА ОБОБЩЕННОЙ ДИСПЕРСИИ

Основные соотношения. Для проверки гипотезы о равенстве ковариационной матрицы процесса Σ заданной матрице Σ_0 : $\Sigma = \Sigma_0$ можно использовать контрольные карты обобщенной дисперсии — определителя ковариационной матрицы. На карте откладываются выборочные значения обобщенной дисперсии \mathbf{S}_t для каждой t -ой выборки.

В 1999 г. в отечественном реферативном журнале «Математика» появился подробный реферат статьи Ф. Апаризи с соавторами [13] об использовании обобщенной дисперсии для контроля процессов. Позднее выяснилось, что все основные соотношения по этому вопросу были получены Д. Монтгомери [4] еще в 1971 г.

Элементы выборочной ковариационной матрицы \mathbf{S} определяются по формулам:

— среднее t -й мгновенной выборки ($t = 1 \dots m$) по j -му показателю ($j = 1 \dots p$)



$$\bar{x}_{ji} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ikt},$$

($i = 1 \dots n$; n — объем мгновенной выборки);
— общее среднее по j -му показателю

$$\bar{\bar{x}}_j = \frac{1}{mn} \sum_{t=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ijt};$$

— оценка ковариации t -й мгновенной выборки по j -му показателю

$$S_{jkt} = \frac{1}{(n-1)} \sum (x_{ijt} - \bar{x}_{jt})(x_{ikt} - \bar{x}_t)$$

(при $j = k$ — оценка дисперсии);
— ковариационная матрица t -й мгновенной выборки размерности $p \times p$

$$S_t = \begin{bmatrix} \bar{S}_{11t} & \bar{S}_{12t} & \dots & \bar{S}_{1pt} \\ \bar{S}_{21t} & \bar{S}_{22t} & \dots & \bar{S}_{2pt} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{S}_{p1t} & \bar{S}_{p2t} & \dots & \bar{S}_{ppt} \end{bmatrix},$$

ее определитель (обобщенная дисперсия t -й мгновенной выборки) откладывается на карте;

— также вычисляется оценка средней ковариации по j -му показателю

$$\bar{S}_{jk} = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m S_{jkt},$$

ковариационная матрица размерности $p \times p$

$$S = \begin{bmatrix} \bar{S}_{11} & \bar{S}_{12} & \dots & \bar{S}_{1p} \\ \bar{S}_{21} & \bar{S}_{22} & \dots & \bar{S}_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{S}_{p1} & \bar{S}_{p2} & \dots & \bar{S}_{pp} \end{bmatrix}$$

и ее определитель $|S|$, который является оценкой целевой обобщенной дисперсии $|\Sigma_0|$.

Контрольные границы. Контрольные границы карты обобщенной дисперсии могут быть оценены в предположении справедливости нормального распределения с использованием правила «трех сигм» [4]

$$m_{|s|} \pm 3\sigma_{|s|}, \quad (20)$$

где математическое ожидание

$$m_{|s|} = b_1 |\Sigma_0|; \quad (21)$$

стандартное отклонение

$$\sigma_{|s|} = \sqrt{b_2 |\Sigma_0|}; \quad (22)$$

коэффициенты

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{j=1}^p (n-1), \quad (23)$$

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{j=1}^p (n-j) \left[\prod_{k=1}^p (n-k+2) - \prod_{k=1}^p (n-k) \right], \quad (24)$$

тогда контрольные границы

$$\left. \begin{matrix} UCL \\ LCL \end{matrix} \right\} = |S| (b_1 \pm 3\sqrt{b_2}) \quad (25)$$

Если при этом нижняя граница LCL окажется отрицательной, принимается нулевое значение.

Повышение эффективности карты обобщенной дисперсии. С целью повышения эффективности контроля было предложено использование трех подходов, идентичных тем, что применяются при многомерном контроле среднего уровня процесса на основе алгоритма Хотеллинга [14]:

— выявление нарушений путем анализа структур специального вида на карте обобщенной дисперсии;

— использование предупреждающих границ на карте;

— применение алгоритма экспоненциально взвешенных скользящих средних для обобщенной дисперсии.

Учитывая, что карта обобщенной дисперсии базируется на нормальном распределении с применением правила «трех сигм» (т.е. расстояние от центральной линии до нижней и верхней контрольных границ составляет по три стандартных отклонения), рассмотрены следующие структуры:

— выход хотя бы одной точки за контрольную границу;

— выход хотя бы двух из трех последовательных точек за двухсигмовые пределы;

— выход хотя бы четырех из пяти последовательных точек за односигмовые пределы;

— девять точек подряд вблизи от центральной линии в односигмовых пределах;

— шесть убывающих или возрастающих точек подряд (тренд).

В качестве второго метода повышения чувствительности алгоритма обобщенной дисперсии предложено применение предупреждающей границы. В этом случае о нарушении процесса свидетельствуют не только выход точки за контрольную границу, но и попадание двух, трех или четырех точек подряд между предупреждающей и контрольной границами. Этот метод эффективно применяется при однопараметрическом контроле для карт арифметического среднего [15], а также для многомерных карт Хотеллинга [6,15]. Для расчета положения предупреждающих границ (верхней UWL и нижней LWL) используется аппарат теории марковских цепей. Результат расчета может быть представлен в виде [6,15]:

$$\left. \begin{matrix} UCL \\ LCL \end{matrix} \right\} = \Sigma_0 (b_1 \pm B\sqrt{b_2}), \quad (26)$$

где Σ_0 — определитель ковариационной матрицы, коэффициенты b_1 и b_2 определяются по формулам (19),(20), коэффициент B определяется по таблицам [15] в зависимости от количества точек между предупреждающей и контрольной границами. На практике целесообразно проверить все три варианта: две, три или четыре точки между границами.

Наконец, третий подход к модификации алгоритма обобщенной дисперсии — использование контрольных карт экспоненциально взвешенных скользящих средних (ЭВСС). Значения ЭВСС, откладываемые на карте, рассчитываются по формуле

$$E_t = (1 - \lambda) E_{t-1} + \lambda \Sigma_t, \quad (27)$$

где λ — параметр экспоненциального сглаживания ($0 < \lambda < 1$).

Положение контрольных границ карты ЭВСС для обобщенной дисперсии рассчитываются по формуле

$$\left. \begin{matrix} UCL \\ LCL \end{matrix} \right\} = \Sigma_0 \pm H \sigma_{E_t}, \quad (28)$$

где H — параметр, определяющий положение границ (обычно принимают $H=3$); стандартное отклонение ЭВСС можно найти из формулы

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \frac{\sigma_{\Sigma}^2}{n} \frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2t}], \quad (29)$$

где σ_{Σ} — оценка стандартного отклонения обобщенной дисперсии.

Из результатов проведенных статистических испытаний следует, что наиболее эффективным методом повышения чувствительности карты обоб-

щенной дисперсии является поиск неслучайных структур.

На рис. 7 в качестве примера показаны многомерные карты, построенные в локализованной версии 13.3 системы Statistica для двух показателей технологического процесса, значения которых определялись каждый час по выборкам объемом четыре наблюдения (всего взято 20 выборок), здесь положение контрольной границы на карте Хотеллинга 14,310 — эта карта всегда имеет только верхнюю границу; на карте обобщенной дисперсии граница 200,55; нарушений стабильности процесса нет, поскольку на обеих картах ни одна из точек не выходит за контрольные границы.

Эффективность контроля определяется скоростью обнаружения возможных нарушений процесса и затратами на контроль, которые зависят от следующих параметров: частоты взятия выборок — интервала между выборками h , объема выборки n и положения контрольных границ, которые, в свою очередь, определяются уровнем значимости α (вероятностью ложной тревоги).

Впервые задача оптимизации параметров контроля была поставлена в классической работе А. Дункана [16], в которой были найдены эти характеристики для карты Шухарта из условия минимума затрат на контроль. Вопросы проектирования карты Хотеллинга с учетом экономических аспектов рассмотрены в статье [17].

Дункан предложил весь цикл (рис. 8) разделить на четыре промежутка [16]:

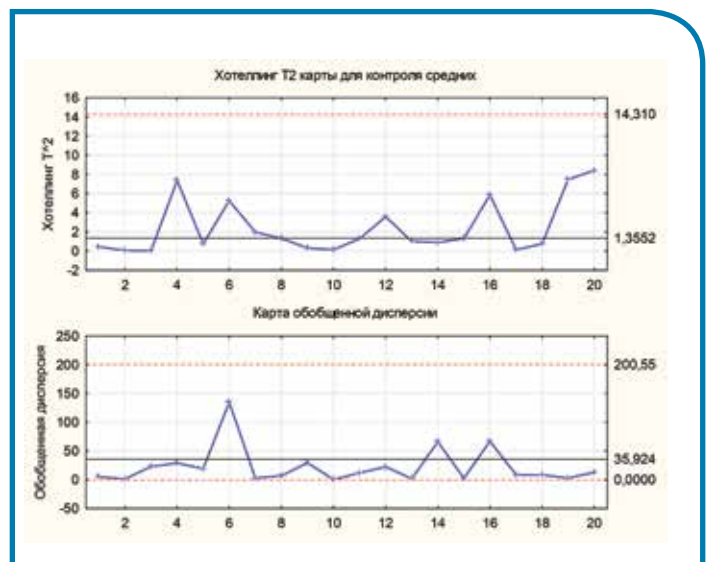


Рис. 7. Многомерные контрольные карты



- 1) промежуток времени, в течение которого процесс стабилен;
- 2) интервал, в котором нарушение процесса произошло, однако пока еще не обнаружено;
- 3) интервал времени на отбор выборки и обнаружение нарушения;
- 4) время, необходимое на устранение найденного нарушения.

При решении задачи оптимизации многомерного статистического контроля по критерию стабильности рассеяния может быть использован аналогичный подход. Предположим, что время возникновения нарушений имеет распределение Пуассона с параметром λ . Тогда прогнозируемое время появления нарушения между выборками согласно Дункану определяется по формуле

$$\tau = \frac{1 - (1 + \lambda h)e^{-\lambda h}}{\lambda(1 - e^{-\lambda h})}, \quad (30)$$

где h — промежуток времени между выборками.

Время стабильного состояния процесса определяется как математическое ожидание распределения Пуассона, равное $1/\lambda$. Интервал времени от момента нарушения до устранения этого нарушения равен $h/(1 - \beta) - \tau$, где β — вероятность ошибки второго рода (процесс нарушен, но карта это нарушение не обнаруживает). Время на расчет элемента выборки предполагается постоянным и равным g , тогда интервал времени на отбор выборки и обнаружение нарушения равен ng . Время поиска нарушения после его обнаружения также предполагается постоянным, равным D .

Таким образом, математическое ожидание продолжительности всего цикла, согласно Дункану, может быть представлено в виде

$$M(T) = \frac{1}{\lambda} + \frac{h}{1 - \beta} - \frac{1 - (1 + \lambda h)e^{-\lambda h}}{\lambda(1 - e^{-\lambda h})} + ng + D, \quad (31)$$

а длительность нестабильного состояния процесса

$$M(T_0) = \frac{h}{1 - \beta} - \frac{1 - (1 + \lambda h)e^{-\lambda h}}{\lambda(1 - e^{-\lambda h})} + ng + D, \quad (32)$$

тогда средние затраты на контроль, которые и необходимо минимизировать

$$M(C) = V_0 \frac{1}{\lambda} + V_1 M(T_0) - a_3 - \frac{a'_3 e^{-\lambda h}}{1 - e^{-\lambda h}} - \frac{(a_1 + a_2 n) M(T)}{h}, \quad (33)$$

где V_0 — почасовые затраты при стабильном состоянии процесса, а V_1 — при нестабильном состоянии, a_3 — затраты на поиск причины нарушения, a'_3 — затраты на исследование сигнала ложной тревоги; здесь затраты на взятие выборки объема n и обработку результатов представлены в форме $a_1 + a_2 n$, где a_1 и a_2 — постоянная и переменная составляющие затрат соответственно.

При скачкообразном увеличении рассеяния обобщенная дисперсия процесса Σ увеличивается в d раз по сравнению с исходной (целевой) обобщенной дисперсией процесса в стабильном состоянии $|\Sigma_0|$:

$$|\Sigma| = d |\Sigma_0|. \quad (34)$$

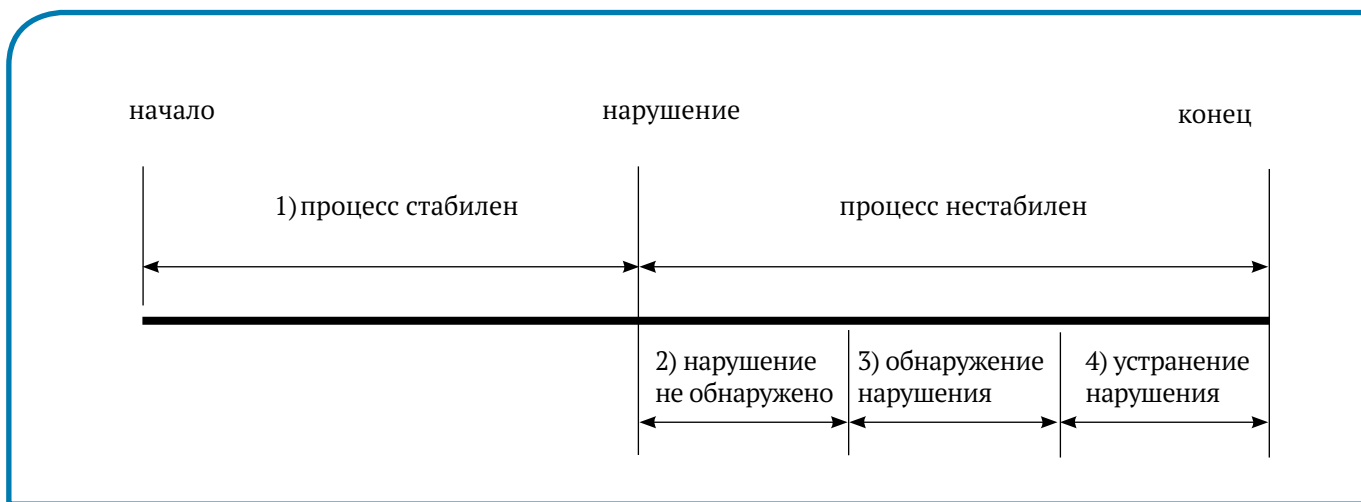


Рис. 8. Цикл обнаружения и устранения нарушения процесса

Вероятность ошибки второго рода (обобщенная дисперсия увеличилась, однако при этом точка на карте оказались внутри контрольных границ) определяется по формуле

$$\beta = P(LCL < |\Sigma| < LCL; |\Sigma| = |\Sigma_0|). \quad (35)$$

Постановка оптимизационной задачи такова:

— зная стоимостные характеристики процесса $V_0, V_1, a_1, a_2, a_3, a_3'$, а также среднее время на расчет элемента выборки g и время поиска нарушения после его обнаружения D ,

— определив по результатам предыдущих испытаний среднее время $1/\lambda$ нахождения конкретного процесса в стабильном состоянии, а также допустимое увеличение обобщенной дисперсии d ,

— вычислив по заданной обучающей выборке значение целевой обобщенной дисперсии $|\hat{a}_0|$,

найти значения параметров многомерного статистического контроля рассеяния на основе обобщенной дисперсии: объема мгновенной выборки n , интервала между выборками h и уровня значимости α , определяющего положение контрольных границ из условия минимума математического ожидания средних затрат на контроль (33). Дополнительно обычно задаются ограничения $n_{\min} \leq n \leq n_{\max}$ и $h_{\min} \leq h \leq h_{\max}$, где минимальные и максимальные значения объема выборки и интервала между выборками оцениваются специалистом по конкретному процессу. Также задается диапазон допустимых значений вероятности ложной тревоги $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$. Для решения задачи разработана специальная программа [18].

Применение методов многомерного статистического контроля в зарубежной практике описано в статьях [12],[19], отечественные исследования — в уже упоминавшейся книге В.Боровикова [7], статьях [20],[21] и других.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Практическое руководство по статистическому управлению процессами. М.: Альпина Паблишер, 2019. — 234 с.
2. Статистические методы повышения качества / Под ред. Х. Куме; пер. с англ. и доп. Ю.П. Адлера, Л.А. Конаревой. М.: Финансы и статистика, 1990. — 304 с.
3. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта; Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. — 409 с.
4. Montgomery D.C. Introduction to statistical quality control. N.Y.: John Wiley and Sons, 2009. — 754 p.

5. Ryan T.P. Statistical methods for quality improvement. N.Y.: John Wiley and Sons, 2011. — 687 p.

6. Клячкин В.Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 196 с.

7. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г. Многомерный статистический анализ в экономике. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. — 598 с.

8. Боровиков В. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. — 656 с.

9. Шпер В.Л. Еще раз о контрольных картах и вокруг них // Надежность и контроль качества, 1998. — №12. — С.3—13.

10. Клячкин В.Н., Кравцов Ю.А. Диагностика состояния объекта по наличию неслучайных структур на контрольной карте // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — 2013. — №5. — С. 44—50.

11. Pignatiello J.J., Runger G.C. Comparison of multivariate CUSUM chart // Journal of Quality Technology. 1990. — Vol. 22(3). — pp.173—186.

12. Lowry C., Montgomery D.C. A review of multivariate control charts // IIE transactions. 1995. — Vol. 27. — pp.800—810.

13. Aparisi F., Carrion A., Jabaloyes J. Statistical properties of the S-multivariate control chart // Communications in Statistics: Theory and Methods. 1999. — Vol. 28. — No11. — pp. 2853—2862.

14. Клячкин В.Н., Карпунина И.Н., Кравцов Ю.А. Повышение эффективности алгоритма Хотеллинга при оценке стабильности функционирования объекта // Надежность и качество сложных систем. — 2019. — №4 (28). — С. 127—135.

15. ГОСТ Р 50779.41-96 Статистические методы. Контрольные карты для арифметического среднего с предупреждающими границами.

16. Duncan, A.J. The economic design of x-chart used to maintain current control of the process // Journal of the American Statistical Association, 1956. — Vol. 51. — pp.228—242.

17. Зенцова Е.А. Проектирование контрольной карты Хотеллинга с учетом экономических аспектов ее применения // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук. Материалы III научно-практической всероссийской конференции молодых ученых. — Тольятти. 2017. — С. 211—215.

18. Клячкин В.Н., Алексеева А.В. Оптимизация многомерного статистического контроля рассеяния показателей технологического процесса // Программные продукты и системы. — 2022. — №2. — С. 215—221.

19. Bersimis S., Psarakis S., Panaretos J. Multivariate Statistical Process Control Charts: An Overview // Quality and reliability Engineering International. — 2007. — Vol. 23. — pp. 517—543.

20. Алексеева А.В. Применение методов статистического контроля для диагностики вибросостояния гидроагрегата // Вестник Ульяновского государственного технического университета. — 2019. — №1 (85). — С. 67—71.

21. Клячкин В.Н., Ширкунова К.С., Барт А.Д. Анализ стабильности химического состава сточных вод при производстве печатных плат // Экология и промышленность России. — 2019. — Т.23. — №5. — С. 47—51.

АВТОР:

УДК 519.248

В.Н. КЛЯЧКИН, д.т.н., профессор кафедры «Прикладная математика и информатика» Ульяновского государственного технического университета (УлГТУ)



Теория и практика бережливого производства: *бережливая компания в небережливой среде*



Построение бережливой компании — само по себе непростое дело. Необходимо несколько подходов только для того, чтобы сама эта идея не вызвала отторжения у персонала. В полном соответствии с рекомендациями Таити Оно нашей компании потребовался серьезный внутренний кризис, причем наложившийся на внешние обстоятельства, чтобы сотрудники и в первую очередь управленцы осознали срочную необходимость перестройки всех процессов — как производственных, так и управленческих. Некоторые бизнес-единицы пришлось закрыть, с какими-то активами расстаться, перегруппировать силы.

Инициированная борьба с потерями оказалась принята всеми, от менеджмента до линейных рабочих. Результатами стала стабилизация

компании и рост прибыли на человека, сократилась доля авралов. Хотя, естественно, осталось еще много зон для роста — в конце 2022 г. мы смогли



Ключевые слова: бережливое производство, бережливая компания, борьба с потерями, повышение эффективности, ценность для клиента.

принять стратегию, ориентированную на качество.

Но, как выяснилось, в строительной сфере сделать компанию бережливой недостаточно для того, чтобы получить желаемый результат. Думаю, что это касается любых направлений бизнеса, предполагающих тесное взаимодействие с большим количеством независимых партнеров и/или государственных структур.

Минимизировав потери в собственных процессах, мы вынуждены иметь дело с потерями стейкхолдеров. Проблемной точкой в достижении желаемых результатов внедрения в компании бережливого производства становится нежелание партнеров не только придерживаться тех же правил, но и в целом уважать наш подход.

Когда Джеффри Лайкер в своей книге «Дао Toyota. 14 принципов менеджмента» пишет о принципе Toyota помогать партнерам добиваться должного уровня и уделять большое внимание обучению сотрудников смежных предприятий, то фактически он говорит о постоянной партнерской сети с высоким уровнем интеграции и о прямой заинтересованности сторон в долгом успешном сотрудничестве. Иначе говоря, этот принцип предполагает, что партнеры находятся в определенной зависимости от бережливой компании и вынуждены играть по предлагаемым правилам, либо то, что их менеджмент осознает преимущества бережливого производства и потенциально готов заняться его внедрением.

Строительный бизнес — один из самых консервативных, поэтому новые идеи встречаются если не активное, то пассивное сопротивление. По степени консерватизма его можно сравнить только с государственными структурами. Ожидать, что идея изменить подход к работе встретит радостное одобрение, было бы необоснованным оптимизмом.

На самом деле многие не готовы воспользоваться результатами даже чужих достижений, лишь бы не менять свою философию, которую можно охарактеризовать как агрессивный индивидуализм.

Приведу пример. «МегаМейд» ежегодно строит десятки километров сетей — водопроводы, теплотрассы, канализацию, дороги. Благодаря тому, что мы полностью сформировали цепочку создания ценности для заказчика, удалось разработать уникальное торговое предложение, которое мы рассматриваем как одно из своих конкурентных преимуществ.

Клиент может заказать весь комплекс услуг по созданию объекта: изыскания, проектирование

Строительный бизнес — один из самых консервативных, новые идеи встречают различного рода сопротивление. По степени консерватизма его можно сравнить только с государственными структурами

и строительство. Чтобы оценить это предложение, надо понимать: одна из особенностей строительной сферы заключается в том, что взаимоотношения между организациями, отвечающими за разные этапы жизненного цикла объекта, идеально описываются поговоркой «У семи нянек дитя без глаза».

На каждом последующем этапе обнаруживаются ошибки, сделанные на предыдущем, а поскольку исполнители связаны обязательствами не друг с другом, а с общим заказчиком, то они тратят больше сил на перекалывание ответственности, чем на решение возникающих проблем. Передав все этапы в одни руки, заказчик освобождается от роли модератора непрерывных конфликтов, т.к. у единого исполнителя и у заказчика общая главная цель — сдать объект в срок, с должным качеством и за оптимальную цену.

К сожалению, в силу ограничений федерального нормативного регулирования услугой не могут воспользоваться госзаказчики. Это в конечном счете дорого обходится государству, но хотя бы объяснимо: законодательство требует единообразия, вводить для строителей особые правила было бы чрезмерным, а борьба с недобросовестной конкуренцией, наверное, необходима, даже если происходит в ущерб бюджету.

Но, как ни удивительно, этим нашим предложением иногда не хотят пользоваться и частные девелоперы. Не потому, что оно стóит дороже — наши цены соответствуют рынку. И не потому, что к нам есть претензии — их не больше, чем к любой другой строительной компании, скорее даже меньше. Это может показаться нелепым, но главная причина заключается в том, что за разные этапы у девелоперов отвечают разные подразделения, и договориться между собой им еще сложнее,

У бизнеса и государственных структур существует принципиально разное понимание ценности. Коммерческое предприятие, по определению нацеленное на получение прибыли, стремится строить больше и быстрее

чем подрядчикам. Они предпочитают пререкаться друг с другом вместо того, чтобы выстроить нормальный поток создания ценности. Попытки донести до них идею доктора Деминга об уничтожении границ между подразделениями обречены на провал. Невозможно убедить людей работать одной командой для достижения общих целей, чтобы от усилий каждого выигрывали все, если подразделения открыто конкурируют между собой, а результаты их работы оцениваются по разным критериям и независимо друг от друга.

Возможно, я бы относился к этой ситуации более философски, если бы она не оказывала влияние и на нашу работу. Получая контракт только на выполнение отдельных этапов, мы, не желая втягиваться в бесплодные конфликты, вынуждены исправлять ошибки коллег своими силами и зачастую за свой счет.

Но это мелочи на фоне того, что происходит при взаимодействии с государственными и окологосударственными структурами, поскольку без определенных процедур согласования с ними построить ничего нельзя. Для понимания: только на стадии проектирования наша компания контактирует с 73 подразделениями в 43 согласующих ведомствах, а на стадии строительства их количество уже превышает 100. И это не считая банков, страховых компаний, казначейства, главных распорядителей бюджетных средств и других организаций, где уровень бережливости стремится к нулю.

Что же мешает государственным организациям, за малыми исключениями, если не самим вступить на путь бережливого производства, то хотя бы понять и поддержать тех, кто работает над по-

вышением своей эффективности? Причин, на мой взгляд, несколько.

Первая. У бизнеса и государственных структур существует принципиально разное понимание ценности. Коммерческое предприятие, по определению нацеленное на получение прибыли, стремится строить больше и быстрее. Казалось бы, принятая Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года, предполагающая в период до 2024 г. введение в эксплуатацию 94 миллионов квадратных метров в год, имеет ту же цель. Но на практике реализация Стратегии интересует разве что Минстрой России, а ведь многие ведомства, которые согласовывают проекты, подчиняются другим министерствам.

Безусловно, мы всегда получаем своевременные ответы на свои обращения. К сожалению, поначалу почти всегда отрицательные. И нам честно поясняют: «Мы не можем выдать положительный ответ с первого раза, потому что получится, что мы не работаем». В их понимании ценность, которую они производят, — создание видимости активной работы. Решением в данном случае могло бы стать изменение показателей, по которым оценивается



работа госструктур, на те, которые реально интересуют бизнес-среду.

Мой первый опыт внедрения методов бережливого производства относится ко времени работы директором Санкт-Петербургского ГАУ «Центр государственной экспертизы». К моменту моего прихода экспертиза была настолько антиклиентски ориентированным институтом, насколько это вообще возможно. Поэтому одной из первых моих задач на новом месте работы было выявить ценность, которую создавало учреждение для клиентов. Ситуацию упрощало то, что ранее я «играл за другую команду» и хорошо понимал нужды строителей.

С одной стороны, приходившие к нам клиенты-застройщики нуждались только в положительном заключении экспертизы. Оно позволяло приступать к строительству девелоперского объекта или начинать расходовать бюджетные инвестиции. С другой стороны, петербуржцы, которые, по сути, также являлись нашими клиентами, справедливо рассчитывали на то, что в ходе рассмотрения одобрение будут получать только проекты безопасные и соответствующие требованиям всех существующих нормативов.

Важное достоинство бережливого производства — его универсальность, адаптивность к нуждам конкретных предприятий. Принципы бережливого мышления и методы их практического применения должны быть доступны как можно большему числу людей

В ходе изучения деятельности экспертизы нам с командой удалось сформулировать ценностное предложение, которое звучало привлекательно для первой группы клиентов и при этом не ущемляло интересы второй. Мы устранили всё, что могло мешать приемке и оперативному рассмотрению проектов, и обеспечили выдачу замечаний по проектам в существенно более короткие сроки,





чтобы проектировщик и заказчик могли устранить их как можно быстрее и, как следствие, с большей вероятностью и скорее получить положительное заключение.

Не буду останавливаться на том, как мы добивались реализации этого предложения — я подробно рассказал об этом в своей книге «Лидер на катке», но отмечу, что одним из критериев, по которому мы оценивали работу предприятия, стало количество положительных заключений экспертизы, выдаваемых с первого раза. И к концу года нашей работы по-новому этот показатель удалось увеличить почти вдвое, причем, естественно, без нарушения нормативов и ущерба для качества и безопасности строительства.

Этот пример наглядно показывает, что государственные структуры вполне способны работать в интересах клиентов — надо только поставить им такую задачу, что также подразумевает оценку их работы по степени удовлетворенности потребителей.

Сегодня камнем преткновения стало абстрактное представление многих чиновников о том, в чьих интересах они работают. Если спросить об этом, то большинство скажет, что «в интересах граждан». Но если копнуть глубже, окажется, что их представления несколько отличаются от мнения самих граждан, которые не считают, что их интерес заключается в надежности положения чиновников и обеспечении их благосостояния.

Граждане нуждаются в повышении собственного благосостояния и качества жизни, в т.ч. в качественном и доступном жилье, в надежных коммуникациях, в быстром решении социальных проблем. А дать это при нынешнем общественном строе может только бизнес. И вот когда успех чиновников будет напрямую, а не теоретически зависеть от успехов подведомственного бизнеса, результаты их работы быстро изменятся.

Вторая. Национальный проект «Производительность труда» должен напрямую касаться государственных органов. Можно очень хорошо обучить компании, но если при этом неохваченными оказываются госструктуры, то полезный эффект резко падает. И в проект должны быть обязательно вовлечены первые лица — по очевидным причинам.

Мы как производственники, честно говоря, не слишком ждем от аккредитованных государством знатоков каких-то уникальных советов о том, как внедрять бережливое производство, — для этого есть другие пути. Но мы хотели бы вместе с регу-

ляторами учиться, вместе проектировать, вместе строить, чтобы все-таки реализовывать те цели, которые стоят перед государством. Потому что очевидно, что для такой масштабной стройки, которая планируется, необходимо качественное взаимодействие.

Но это невозможно без вовлечения в практическое повышение производительности труда государства, которое радо поддержать бережливость у производителей, но само в движении к бережливости ограничивается лозунгами. Доходит до абсурда. Недавно ко мне обратился руководитель одной государственной организации с просьбой провести мастер-класс для его сотрудников и представителей еще одной госструктуры. Эти две организации не могли достичь консенсуса, и руководитель одной из них решил: вся беда в том, что оппоненты неправильно понимают принципы бережливого производства. Излишне говорить, что проблемы с пониманием были у обеих сторон.

До тех пор, пока государственные служащие не осознают, что их задача — не генерация потерь, а помощь бизнесу в борьбе с их сокращением, эффективность программы будет ощутимо ниже, чем могла бы быть. Стоит отметить, что далеко не все госструктуры сопротивляются переменам. Мы работаем с огромным количеством стейкхолдеров, среди которых нередко встречаются организации, в т.ч. и государственные, заинтересованные в повышении своей эффективности.

Мы постепенно знакомим партнеров с принципами и инструментами бережливого производства, по возможности вовлекаем своих заказчиков, согласующие организации, поставщиков в обучение тем подходам, которыми сами достаточно овладели. Иногда мы проводим совместное обучение своих сотрудников и партнеров, во время которого рассматриваем какие-то общие процессы. И достаточно часто по просьбам руководителей целенаправленно обучаем основам бережливого мышления сотрудников партнерских организаций, включая представителей государственных заказчиков или ресурсоснабжающих организаций — государственных унитарных предприятий.

Но, несмотря на то, что у меня есть возможность напрямую общаться с первыми лицами, в т.ч. и неформально, руководители учиться не хотят. Они проявляют интерес, отправляют на учебу своих заместителей, но у самих на учебу времени не находится. А когда первые лица не слишком заинтересованы во внедрении бережливого производства,

то в их организациях этого и не происходит или происходит крайне медленно. Тем не менее мы не оставляем стараний.

Третья. Понятно, что реализация такого широкого проекта, как «Производительность труда», не могла бы проводиться без стандартизированной методики, иначе процесс не закончится никогда. И поскольку на уровне государства на сегодняшний день лидером в области бережливого производства считается «Росатом», то за основу была взята именно его методика. В рамках корпоративной культуры «Росатома» она работает хорошо, но при этом госкорпорация, в отличие от большинства других предприятий, в значительной мере замкнута сама на себе, что делает стандартизацию ее методики по меньшей мере сомнительным решением. Прежде всего потому, что, несмотря на подробно разобранные семь классических потерь и способов борьбы с ними, игнорируются, например, нереализованный потенциал сотрудников и кадровые ошибки т.е. те потери, которые на управленческом уровне, в т.ч. и в сфере государственного управления, наиболее активно генерируют убытки и хаос. Рассмотрение системы в целом, т.е. полного потока создания ценности, подменяется оптимизацией отдельных его частей. А для крупных систем, тем более таких огромных, как государственные, это недостаточно эффективно.

У нашей компании есть собственный опыт использования методики «Росатома». В самом начале внедрения изменений мы пригласили их специалиста в качестве носителя знания, чтобы он помог усовершенствовать нашу работу и обучить сотрудников. К сожалению, эксперимент дал сомнительные результаты: специалист оказался неспособен адаптировать хорошо выученные базовые формулировки к нашим рабочим процессам. Он мучительно пытался найти у нас конвейер или поток единичных изделий, а не найдя, решил назначить на эту роль совершенно не подходящие процессы. Разрыв между идеальным миром и грубой реальностью оказался непреодолим.

Я убежден, что одно из важных достоинств бережливого производства — его универсальность, адаптивность к нуждам конкретных предприятий. И для распространения его принципов на максимально широкий круг компаний, а тем более на далекие от производства государственные структуры, было бы наиболее правильно разработать методику, ориентированную как раз на эти его свойства, чтобы людям не приходилось искать конвейер в темной комнате, где его нет.

Рассмотрение системы в целом, т.е. полноценного потока создания ценности, подменяется оптимизацией отдельных его частей. А для крупных систем, тем более таких огромных, как государственные корпорации, это недостаточно эффективно

Несколько лет назад я опубликовал книгу «Путь самурая», посвященную бережливому производству. Она выходила в двух редакциях. Вторая, получившая название «Путь самурая 2.0. Бережливое мышление», начинается с предисловия Юрия Павловича Адлера. Эта вторая редакция появилась именно благодаря ему. Я постеснялся показывать ему рукопись первой версии, а после выхода книги из печати получил от него обширную, на десяток машинописных страниц, рецензию, очень благожелательную, но с множеством редакционных предложений, к которым нельзя было не прислушаться. Пришлось многое изменять и дополнять, но результат стоил того. И вот в последней главе второй редакции я в частности пишу о том, что нам было бы неплохо не только поднимать производительность труда, а, раз уж мы знаем эту технологию и убеждены, что она хорошо работает, взяться за построение бережливого общества, ведь принципы, технологии, инструменты бережливого производства, которыми мы обладаем, могут прекрасно интегрироваться в обычную жизнь.

Чтобы эта идея могла реализоваться, чтобы небережливая среда исчезла, принципы бережливого мышления и методы их практического применения должны быть доступны возможно большему числу людей. И это — задача государственного масштаба.

АВТОР:

УДК 658.29

С.И. ЛОГУНОВ, председатель Совета директоров АО «МегаМейд», эксперт по бережливому мышлению, преподаватель, ментор, автор деловых книг

ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОГО НАСТАВНИЧЕСТВА

В ЧЁМ ВЫЗОВ НАСТАВНИЧЕСТВА

Сегодня только ленивый не говорит о важности знания. Однако не всё так просто. Не любое знание может быть передано и воспроизведено. И. Нонака и Х. Такеути в своем труде «Компания — создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах»¹ выделили два типа знаний, которые можно перевести как явное (*explicit knowledge*) и неявное, негласное (*tacit knowledge*).

Тотальное увлечение объемом знаний и жесткими формами их передачи (тесты) ведет отнюдь не к целостному восприятию действительности, а к жесткой определенности и абсолютному порядку. При этом восприятие сотрудником подобных знаний характеризуется недоверием, поверхностностью и фрагментарностью. Многие вопросы даже не поднимаются. С другой стороны, знания, которые на самом деле становятся ключевыми, часто не видны, в компаниях нет организационных механизмов их проявления и передачи.

Именно здесь и проявляется максимальная эффективность **наставничества** как формы, которая задействует не только рациональное знание, но и чувственно-волевую сферу. Наставничество способно воспроизводить процессы совершенного иного рода. **Мы видим функцию наставничества в современной организации не только в передаче умения и формировании навыка владения каким-либо техническим или коммуникативным инструментом, но и в том, чтобы совершенствовать и преобразовывать организационную среду,**

¹ Ikujiro Nonaka, Hirotaka Takeuchi. The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press, 1995. — p. 22.

В последнее время мы наблюдаем, что знания, в том числе лучшие практики, используются фрагментарно, часто по принуждению, и не переходят в опыт, который можно передать или использовать для следующего качественного перехода. Вместо того, чтобы на основе знаний создавать опыт (чувственно переживать и осознавать ситуации использования знания), человек из придатка машины (токарь, слесарь, комбайнер) превращается в придаток алгоритмов (оператор линии).

т.е. управлять процессами становления более высокого порядка, нежели производство, глубоко понимая их актуальность и необходимость.

Если наставник не понимает, не чувствует особенностей своего ученика, то он может подготовить только то, что задумал сам, т.е. запрограммированный объект. Мы же говорим о том, что нам необходим субъект действия. Наставник должен раскрыть особенности своего ученика по отношению к профессии, помочь ему реализовать свои скрытые таланты.

Наша идея не нова. Обратимся к культурной традиции, когда рациональное мышление людей еще



Ключевые слова: знания, лучшие практики, наставничество, фракталлинг, иерархичность структуры.



Рис. 1. Уровни наставничества как отражение развития человека

не было таким детерминирующим. Так, личность наставника в старообрядческой традиции «...сосредотачивает в себе не только функцию духовного лидера, но и воспитателя, и учителя, и даже иногда финансового консультанта, то есть оказывается неким проектировщиком жизненного маршрута <...>. В современном мире духовный лидер должен не только реализовывать духовную практику, но и оставаться в центре социальной жизни доверившихся ему людей»².

Действительно, анализируя уровни взаимоотношений наставника и ученика и их роли (рис. 1), мы увидим, что предметом наставничества могут становиться и трудовая деятельность (инструктор – исполнитель)³, и поведение (субъект – наставник), и мышление (индивид – ментор) и духовная сфера (духовно богатый человек – гуру). Мы можем увидеть, что расширение области деятельности связано с пограничными активностями: решение проблем, совершенствование процессов, развитие субъекта, осознанное формирование духовно богатого человека.

² Кузнецова Н.Ю., Ружинская И.Н. Старообрядческая традиция наставничества как пример непрерывной образовательной традиции / Н.Ю. Кузнецова, И.Н. Ружинская // Непрерывное образование: XXI век. – 2016. – Вып. 4 (16). – DOI: 10.15393/j5.art.2016.3304.

³ В скобках мы даем акцентуацию отношений «наставник – ученик».

Таким образом, имеющихся знаний и опыта наставничества вполне достаточно, чтобы сформировать и полноценного человека-сотрудника, и наставников нового профиля, способных адаптивно изменять внутреннюю среду компании, сочетая собственную производственную активность с воспитанием новичков. Нам остается только разглядеть такой организационный механизм, который позволит реализовать его в организации. Здесь важным представляются два аспекта:

- 1) направленность и содержание деятельности наставника;
- 2) жизнеспособность структуры передачи и накопления знаний и опыта в организации.

СУБЪЕКТНОСТЬ НАПРАВЛЯЕТ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСТАВНИКА

Начнем с субъектности. Согласно В.А. Петровскому, субъекту присущи четыре базовые характеристики⁴: целеустремленность, предполагающая целеположение и целедостижение; рефлексия, способствующая созданию образа себя; свобода как осознанная необходимость; развитие, благодаря которому человек может действовать в изменчивой и непредсказуемой среде. В чём же проявляется

⁴ Петровский, В.А. Личность в психологии: парадигма субъектности / А.В. Петровский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 512 с.

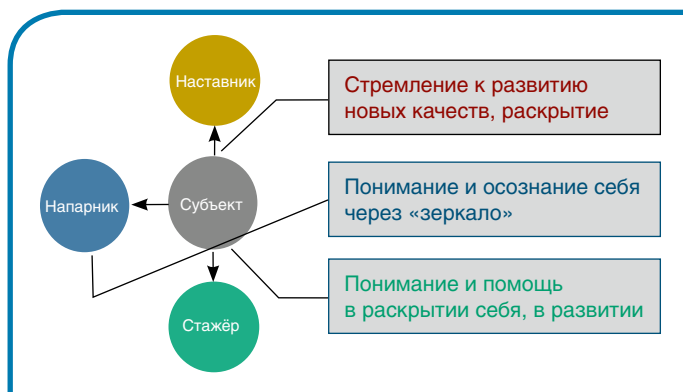


Рис. 2. Трехуровневая наставническая четверка

субъектность в отношении наставничества на разных уровнях управления?

- для самого наставника: научиться передавать знания и опыт, непрерывно повышать свою компетентность;
- для наставника и организации: обеспечить качество процессов и результатов в подразделении, создать внутреннюю среду, повышать скорость и качество адаптации к новой должности;
- для организаций и холдингов: преемственность и воспроизводство знаний и корпоративной культуры, а также устойчивый рост инновационного человеческого, социального и духовного капиталов⁵;
- для государства: обеспечить не только экономический рост, но и устойчивое природосообразное развитие человеческого, социального и культурного потенциалов.

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ НАСТАВНИЧЕСТВА: ФРАКТАЛЬНОСТЬ, СИСТЕМНОСТЬ, САМОРАЗВИТИЕ

Обсуждая передачу знаний и опыта в системе практик регулярного менеджмента⁶, мы предложили фрактальную структуру, которая обеспечивает унификацию, масштабируемость и воспроизводство опыта. Механизм поддержания жизнеспособности системы наставничества образован трехуровневой связкой «ученик — наставник — наставник наставника» (рис. 2), которая задает возможность передачи управленческого опыта

⁵ Miller L. Lean Culture. The Leader's Guide-book. Annapolis, Maryland, 2011. — 251 p., pp.33-44.

⁶ Развитие бережливых производственных систем в России. Синергия возможностей: коллективная монография / Под ред. Э.В. Кондратьева. — М.: Академический проект, 2022. — 234 с. — С.158—176, 200—205.

в логике «сцепленных кругов» (Interlocking Rings) Д. МакГрегора⁷.

Задача развития организации состоит в том, чтобы сцепленные трехуровневые наставнические четверки «накрывали» всю организацию, создавая новую знание на регулярной основе (рис. 3). Однако возникают очевидные вопросы: «Что же свяжет подобную активность? Неужели необходимо создавать новую поддерживающую структуру?» Конечно же, нет. Решение проблемы мы находим в методологии фрактального линга.

«**Фрактальный линг**, или фрактальная деятельность, основан на итерационной природе живого и заключается в воспроизведении управленческих моделей поведения, масштабируемых от простых объектов до системы в целом, результатом которого становится новый организационный порядок. **Объектом воздействия фрактала** могут быть как отдельные процедуры, так и слои рутин, направленные на развитие сотрудников»⁸.

Мы можем точно определить генератор фрактала, который описывает активность наставника-субъекта любого уровня. Он состоит из трех направлений деятельности (рис. 2):

1. стремление к развитию новых качеств, осуществляемое во взаимодействии с наставником;
2. понимание и осознание себя через «отзеркаливание» в напарнике;
3. детальное понимание деятельности и раскрытие себя как наставника в работе с учеником.

Ранее, описывая фрактальное развертывание практик регулярного менеджмента, мы отмечали чередование ролей ученика (изучающего, открывающего, приобретающего знание) и наставника (помогающего изучать, получать новое знание). «Субъект развития никогда не прекращает учиться и переучиваться, следуя за изменяющейся реальностью. Он воспринимает своих учеников как последователей, которые действуют так же, как и он, поскольку они практикуют один и тот же генератор управленческого фрактала»⁹. А также передают единые смыслы. В предлагаемом здесь генераторе наставнического фрактала как основы активности наставника мы добавили работу с напарником —

⁷ Цитата по Глазл Ф., Ливехуд Б. Динамичное развитие предприятия: Как предприятия-пионеры и бюрократия могут стать эффективными / пер. с нем. Калуга: Духовное познание, 2000. — 264 с. — С.96—97.

⁸ Развитие бережливых производственных систем в России: синергия возможностей. Коллективная монография / Под ред. Э.В. Кондратьева. — М.: Академический проект, 2022. — 234 с. — С.163.

⁹ Кондратьев Э.В., Митрофанов Н.А. Фрактальный секрет «живой» системы практик регулярного менеджмента // Стандарты и качество. — 2022. — №11. — С. 56—62.

наставником того же уровня в организации, что и сам субъект. Это дополнительно позволяет синхронизировать передачу знаний и по горизонтали.

НОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Что же передает наставник своему ученику? Из известных элементов отметим навыки, ценности, умение решать проблемы конкретной должности. В этот список обязательно следует добавить смыслы жизнедеятельности, методы раскрытия смыслов и становление характера. Причина проста: если мы не затрагиваем самосознание и осознание, то человек выступает как объект «биологический робот» с хорошими программами.

Второе замечание связано с особенностями использования базовых методов наставничества на разных иерархических уровнях компании. Так, наставник, работающий с линейным персоналом, должен владеть методом TWI (в частности навыком изучения и составления стандартной операционной процедуры (СОП) и навыком проведения производственного инструктажа (И)). Наставник для среднего звена должен владеть практиками регулярного менеджмента и ката наставничества.¹⁰ Наставник для топ-менеджмента кроме всего вышеперечисленного должен владеть производственным коучингом.

Третье замечание отражает методические особенности постановки задач перед учениками разных уровней. Для линейного персонала следует **объяснить и показать, что делать, как делать, и почему делать именно так**. Взаимодействуя со средним звеном, важно «работать вопросами», чтобы помочь наставляемому прояснить их **самостоятельно. Для топ-менеджмента важно создать ситуацию**, в которой ученик поймет, что необходимо делать, и выберет оптимальный метод.

Все три замечания демонстрируют иерархичность структуры и открывают прекрасные возможности развития человеческого потенциала сотрудников.

Итак, преемственность знания и опыта — ключевой фактор успеха. Фрактайлинг в компании неразрывно связан с практикой наставничества — сквозной передачей знаний, опыта и смыслов от первого руководителя до новичка-стажера. Новизна нашего подхода заключается в том, чтобы **рассматривать наставника в организации**

¹⁰ Развитие бережливых производственных систем в России: синергия возможностей. Коллективная монография / Под ред. Э.В. Кондратьева. — М.: Академический проект, 2022. — 234 с. — С. 182, 202.

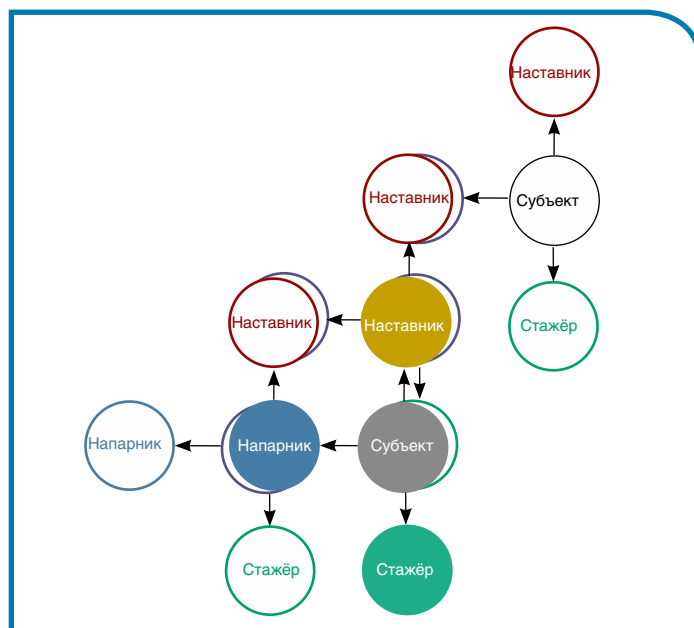


Рис. 3. Сцепленные трехуровневые наставнические четверки

не как независимого актора, а как активного субъекта трехуровневых структур «ученик — наставник — наставник наставника», взаимосвязанных между собой (рис. 1, 2).

ВЫВОДЫ

Единожды побывав в роли стажера, у которого нет своих наставляемых, каждый сотрудник компании впоследствии включается во взаимоотношения в качестве напарника, наставника и наставляемого. Ю.П. Адлер в предисловии к русскому изданию книги Майка Ротера «Тойота ката. Лидерство, менеджмент и развитие сотрудников для достижения выдающихся результатов» отмечал: «В Toyota каждый человек имеет своего наставника, коуча, спарринг-партнера. Именно систематические беседы с наставником призваны рождать новое знание <...> на регулярной основе».¹¹

АВТОР:

Э.В. КОНДРАТЬЕВ, д.э.н., профессор кафедры «Менеджмент» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства (ПГУАС)

УДК 37.088

¹¹ Ротер М. Тойота Ката. Лидерство, менеджмент и развитие сотрудников для достижения выдающихся результатов. — СПб.: Питер Пресс, 2014. — 304 с. — С. 22.

Статья подготовлена в рамках реализации гранта РНФ «Формирование и апробация методологии синергетического менеджмента на российских предприятиях» (№24-28-00410)»

Качество даров природы: бесспорное и спорное



Обсуждается проблема оценивания качества пищевой продукции и аргументируется точка зрения, согласно которой такая оценка для отдельных ее разновидностей неочевидна, может оказаться ошибочной, а потому и научно несостоятельной.

Общепризнанный гуру в области менеджмента качества и статистических методов анализа — профессор кафедры сертификации и аналитического контроля НИТУ «МИСиС» Юрий Павлович Адлер — говорил, что ключевая особенность методики оценки качества любой продукции — комплексность, ранжирование не по одному-единственному критерию, а по нескольким, с их сведением к обобщенному параметру. Потому что очень трудно решить, какой же единственный критерий выбрать, что важнее.

С этой позиции оценим качество пищевой продукции, изготовленной либо из одних только

«даров природы», либо с использованием синтетики. Для этого частично используем ранее опубликованный материал, разбавив его новыми данными.

Добиваясь визуальной привлекательности выпускаемого продукта, производители пишут на упаковках: «изготовлено из органического (или натурального) природного сырья». Но давайте усомнимся в безопасности того или иного дара природы. Особенно если «...яд каплет сквозь его кору», как писал Пушкин про дерево анчар.



Ключевые слова: качество пищевой продукции, природные вещества, органическая продукция, природное сырье.

Напомним доверчивым потребителям, что семена яблок содержат цианид, грибы — аматоксин, водоросли — мышьяк, а белладонна — опасный атропин. Не стоит забывать и о том, что нас окружают ядовитые цветы и животные, токсичные деревья и травы, выделяющие масла, смолы и пигменты, вызывающие аллергические реакции, а пища и косметика из продуктов переработки природных веществ при неумеренном потреблении приводят к удушью, разрушению печени и почек, даже к остановке сердца. Не напрасно писал швейцарский врач Парацельс: *«Все вещества — яды; нет ни одного, которое не являлось бы таковым».*

Но есть особо опасные природные вещества. Так, борщевик Сосновского, ныне атакующий поля и леса, выделяет фуранокумарин, вызывающий дерматоз. Двух ягодок романтического растения *Belladonna* (по-итальянски «красивая женщина») достаточно, чтобы убить ребенка. Бобы клещевины, из которых получают касторовое масло, опаснее бактерий *Bacillus anthracis*, возбудителей сибирской язвы, а яд болиголова еще в Древней Греции служил орудием казни: чаша с ним была поднесена приговоренному к смерти философу Сократу.

Не забудем о том, что природные вещества вообще веками использовались для убийств. Аборигены Америки стрелами, отравленными соком манцинеллового дерева, встречали первых европейцев, а у африканских бушменов для этого были молочай и аденум Бёма. Такие растения, правда, сокращают производство ядов вне естественной среды обитания, но вряд ли это благо для потребителей. Скорее огорчительно для отравителей, которые, однако, вместо ядовитых растений могут использовать лягушек-древолазов — настоящих всадников апокалипсиса, выделяющих сильнейший яд батрахотоксин.

Конечно, нам с вами не подадут за трапезой таких лягушек, но всё же, встречая бренды с органической продукцией из природного сырья, вспомните приведенные выше слова Парацельса. Ибо нет места ни качеству, ни безопасности там, где то, что считалось неумеренным потреблением, становится обычаем. А потому еще раз обратимся к словам Ю.П. Адлера: *«Оценивайте соответствие объема потребления нормам безопасности»*, ибо *«...широко простирает химия руки свои в дела человеческие»* (это писал уже М.В. Ломоносов).

Общепринято, но вовсе не бесспорно мнение о том, что дары природы не содержат вредной химии. Протестуя против синтетики, активисты

по эко- и биобезопасности маркируют упаковку: «произведено из растительного сырья», «без пестицидов», не догадываясь даже, что это невозможно, ведь сотни разных пестицидов вырабатывают сами растения (при том, что такие вещества небезопаснее своих синтетических собратьев). Так, растительный пестицид ротенон стимулирует болезнь Паркинсона, а другие ему подобные соединения могут быть опасны с точки зрения развития онкологии.

Антихимическая истерия сильно преувеличена. Напрасно знаменитый поэт Андрей Вознесенский полвека назад требовал от министра сельского хозяйства не использовать синтетические пестициды: *«Ольшанский, не пестицидите!»*. А потому прислушаемся к мировому опыту. Ученые из Стэнфордского университета проанализировали сотни исследований по влиянию на потребителей продуктов питания: органических, т.е. якобы экологически безопасных, и синтетических, т.е. якобы опасных. Значимых различий в состоянии здоровья выявлено не было. К такому же выводу пришли группы учетных ряда европейских стран. Поэтому британское управление по стандартам рекламы запретило объединению *Soil Association* («Ассоциация почв»), осуществляющему сертификацию органической продукции, указывать, что она полезнее продукции обыкновенной. Министерство сельского хозяйства США предупредило, что значок «ЭКО» вовсе не указывает на повышенную безопасность продукта, а сопровождающий эту маркировку сертификат лишь констатирует, что использовались принципы органического сельского хозяйства, безопасность которого не гарантирована.

Конечно, никто не может запретить потребителю втридорога платить за «органику», хотя поберечь кошелек было бы полезно — с учетом того, что химиофобы регулярно травятся «натуральной» едой из сырья, выращенного на органическом удобрении, зараженном бактериями.

Так что не стоит допускать, чтобы идеология побеждала разум, а вот что стоит делать непременно, так это следовать заветам Ю.П. Адлера, призывавшего избегать оценки качества продукции по одному-единственному критерию.

АВТОР:

УДК 658.562

О.М. РОЗЕНТАЛЬ, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института водных проблем РАН



Четыре неудобных вопроса о качестве¹



Этот конфликт поколений вполне мог бы произойти и у нас. Возможно, в эту самую минуту в каком-нибудь уездном городе N «отличник советской торговли» Лидия Ивановна спорит со своим внуком о... качестве. Вернее сказать, о качестве как о профессии. Желание быть консультантом и нести предприятиям светоч стандартов ISO не находит у нее понимания. Родителям юноши в общем-то всё равно, но ей кажется, что парня обуяли ложные цели, что это он, а не она теряет связь с реальностью... Или ей не кажется?

Допустим, бабушка Лидия живет не в России, а в Италии — стране, прочно удерживающей европейское первенство по количеству выданных сертификатов ISO. Всю свою жизнь Лидия провела за прилавком обувного магазина, который вместе с мужем открыла в 1959-м г. Сказать, что Лидия — эксперт всего лишь в вопросах моды, качества туфель или колебаний спроса и предложения значит принизить ее знания до объема неаполитанского caffè espresso². На глазах этой мудрой женщины разворачивалась одна из

самых больших трагедий современной экономической истории.

Если бы в 1957-м — в год учреждения Европейского экономического сообщества — кто-нибудь показал Лидии то, что будут есть, носить и использовать народы мира через шестьдесят лет, она бы рассмеялась в лицо. О нет! Итальянец никогда не выйдет на улицу в этой ужасной синтетике, пластике и экорезине! Одноразовые дрели, швейные машинки с гарантией десять лет? Да вы шутите! «Мой Зингер прослужит еще лет сто, с чего бы американцам разучиться их делать?» Того, кто бы посоветовал ей запомнить вкус

¹ Впервые опубликовано на сайте Kinsmark.com в 2019 г.

² Объем кофейного напитка на один глоток (25 мл).



Ключевые слова: качество, менеджмент, консалтинг.

овощей, фруктов и даже хлеба, поскольку ничего такого не будет, Лидия сочла бы сумасшедшим (еда в Италии — святое). К тому же она верила, что в «самой бюрократической стране на свете» обязательно появится какой-нибудь регламент, защищающий высокое качество по доступной цене. «Да и в других странах разве родители не хотят, чтобы их дети жили лучше?»

Хотят. Но по прошествии десятилетий живут в мире, где количество не убило качество разве что в автомобилестроении. Изобилие, о котором так мечтало поколение людей, детство которых пришлось на годы Второй мировой войны, обернулось какономикой (от греч. «κακός» — «дурной» и «οικονομία» — «экономика»), мода стала синонимом дурновкусия, а человек работающий превратился в ресурсный придаток фарминдустрии, чиновничества и налоговой системы. Лидия всё понимает про экономические кризисы, бережливые (по отношению к природе) технологии замещения материалов, рост населения Земли и всё такое, но она не может понять, на чём зиждется процветание той сферы услуг, куда так стремится попасть ее драгоценный внук.

Александр давно пожалел, что поделился с бабушкой своими планами. Но ведь она всегда понимала его лучше родителей. Что же произошло? Почему ей так трудно взять в толк, что качеством продукции он заниматься не будет? Он хочет посвятить себя менеджменту. И качеству не какому-нибудь, а всеобщему (Total Quality Management, TQM — управление на основе концепции всеобщего качества). Он не собирается проводить свою жизнь за измерениями и проверками в лаборатории или в отделе технического контроля (ОТК). Нет, он хочет создавать! Если говорить об обувной фабрике, то он видит себя архитектором ее системы менеджмента качества, правой рукой генерального директора, главным заказчиком сертифицирующих органов, внутренним, да что там, — внешним ISO-аудитором.

Еще студентом Александр посетил несколько конференций по качеству и теперь выбирал, на чём сосредоточиться. Если безопасность, то пищевая или экологическая? Если ISO 9000, то, может быть, пойти не в консалтинг, а сразу в преподаватели? Он вспоминал лица докладчиков (среди которых в разные годы было и мое собственное) и считал, что о Деминге, задачах CEO и методах TQM лет через пять он сможет рассказать гораздо интереснее. Эх, бабе Лиде этого не понять!

Стоило бы подарить ей на Рождество какой-нибудь простенький Samsung с большими кнопками, а не полноценный смартфон, но дети проявили щедрость. Несколько мучительных вечеров в обществе

подруги — и вот Лидия уже умеет гуглить. Она совсем не хочет ссориться с внуком — она хочет понять.

На ее примеры «неприемлемого» качества Александр приводит другие, повествующие о качестве, которое повысилось. Стоило бы сначала договориться о том, что вообще такое качество, но уже поздно. К тому же Лидия не хочет соглашаться с тем, что натуральность исходных материалов, срок службы, надежность в эксплуатации и даже безопасность сегодня — плюсы неочевидные и не везде одинаково важны. «Да кто это решил, что безопасность средства передвижения из пункта А в пункт Б важнее безопасности того, что прикасается к твоей коже или сковывает стопу?»

Александр лишь пожимает плечами. Четыре простых вопроса ставят его в тупик. Первый и самый главный вопрос Лидии: **зачем вообще нужна система какого-то «верхнего» качества, не связанная с конечным продуктом?** Кому нужно безупречное управление на фабрике, выпускающей хилый клееный ботинок, в котором из натуральной кожи выполнена только стелька? Как вообще можно объяснять эти сюрреалистические ножницы: индустрия сертификатов растет, а потребительское качество повсеместно падает?

Второй вопрос оказался ненамного проще.

Муж Лидии когда-то дружил с руководителями компаний-поставщиков. Сколько пицц было съедено за обсуждением целесообразности размещения производства в Китае! Сколько вина выпито за рассказами о налоговой петле, диктатуре банкиров и горькой судьбе некогда успешных бизнесменов вроде Эджидио Маскио! А эти бюрократические новшества? Кто за них в итоге платит? Безупречная итальянская scarpa vera (настоящая обувь), созданная до эпохи регламентов, обходилась покупателю дешевле, чем нынешняя bruttina (некондиция). От удорожания всех этапов производства выиграли все: государство, банки, арендодатели, монополисты. А кто проиграл? Потребитель. Тот, кто поставлен во главу угла всех рассуждений о качестве. Разве это не странно? **Кто виноват в том, что первые стали последними?**

Третий вопрос задала Александру его собственная память, ведь он помнил не только некоторые такие посиделки, но и то, что фабриканты чем-то неуловимо отличались от деда-коммерсанта. Наемные управляющие последнего времени так и вовсе были другими, столь же теплых дружественных связей со своими байерами они уже не поддерживали.

В чём состоит отличие предпринимателя от руководителя, юноша смог разобраться совсем недавно и только в общих чертах, но он знал, что вопрос



сертификации эту разницу не учитывает. По идее, сертификация должна подтверждать соответствие стандарту уже успешно работающей системы менеджмента качества. Но дело в том, что управление, мало-мальски похожее на системное, создают руководители, а не предприниматели. Только бизнес-гении могут обеспечивать высокое качество продукта, ничего не зная о менеджменте. Мировая история бизнеса учит нас: чтобы качество всего остального было высоким, предприниматель должен эволюционировать в руководителя. Управление **общим** качеством — это функция генерального менеджмента, а не предпринимательства.

Выдающееся предпринимательство определяет высший класс продукта напрямую, но столь же прямой связи между качеством менеджерского управления (тем более наемного) и качеством продукта нет. Если плохой менеджмент приближает разорение, то это не значит, что хороший менеджмент приближает благоденствие. Не гарантирует он и высокого качества товаров. Для чего же понадобилось внушать поколению Александра ложные ориентиры? Нетрудно заметить, что другая логика не обеспечивает выживание паразитирующим на бизнесе бюрократическим структурам. Сертификация систем менеджмента является добровольной только на словах, поэтому в ее «зоне поражения» оказывается любой бизнес вне зависимости от того, есть в нем менеджмент или нет. Сертификация проходит прежде всего там, где за нее могут заплатить, даже когда реальной СМК нет и в помине.

«Таких, как твой дед или сеньор Винченцо с его сырами, в Италии гораздо больше, чем этих... как его... менеджеров, — бурчит Лидия. — Мы не США и не Россия, у нас всё на малом бизнесе держится. Ты мне сам говорил, что у нас больше предпринимательства, а у них — менеджмента, со всеми вытекающими отсюда системами. Вот и объясни мне, **почему в Италии сертификатов ISO выдано больше всех в Европе?** Найди тебе данные за 2017 год?» В глазах Александра читается только: «Nonna, risparmiami!» («Бабуля, пощади!»)

Любая добровольно-принудительная сертификация создает широкое поле для подмен и спекуляций, но она же и гарантирует занятость для консультантов всех рангов. Александр вдруг заметил, что не просто выбирает, чем заниматься по жизни, а находится перед серьезным моральным выбором. И еще он вдруг понял, что авторитеты в области сертификации не

смогут понять его метаний и тем более никогда не станут рубить сук, на котором сидят.

— Вот ты говоришь, что во всём виноват кризис и тотальное обнищание [Лидия помнит, что такое нищета]. Ты считаешь, что цена теперь — главный критерий выбора. Не буду спорить. Но... Ты помнишь, что сказал, когда мы покупали твои первые спортивные туфли? Нет? Ты сказал, что хочешь Eagle, чтобы не жалко было бить в них по мячу. А papà («отец») купил тебе Superga. Потому что...?

— Потому что «мы не настолько богаты, чтобы покупать дешевые вещи».

— Точно... Теперь люди гонятся за скидками и каждый сезон покупают новые дешевые туфли. Разве они стали богаче?...

«Ты хочешь сидеть в офисе «из слоновой кости», создавать системы управления мирами и рассуждать о качестве. О'кей. — продолжает Лидия. — Но пока ты там сидишь, разорюсь не только я (слава богу, твой дед этого уже не увидит). Посмотри по сторонам: малые фирмы закрываются повсеместно. Я бы даже согласилась с тем, что конкурировать с китайцами по цене мы не можем. Но, милый мой, разве это честная конкуренция? В этой стране нет никакого контроля. Я плачу налоги, чтобы Guardia di Finanza («финансовая полиция») была строга к фальсификаторам раз в год на Рождество? А эта маркировка CE («Изготовлено согласно требованиям Европейского союза»), она почти на каждом китайском товаре. Но знаешь, что она чаще всего означает? China Export³. Может, стбит усилить контроль вместо того, чтобы выдавать бумажки и расчищать итальянский рынок под китайских производителей? **Твои стандарты защищают национальные традиции лучшего качества?** «Ах, это должны делать другие стандарты»...

Устав от пустых дебатов, Лидия треплет внука по взъерошенной холке и говорит: «Ты не слушай меня, старую. Я уже давно ваш мир не понимаю. Занимайся, чем хочешь. Мы с дедом всегда мечтали о достатке как о свободе и независимости, но, если ты выбираешь быть винтиком в Системе, — что ж, пусть так и будет. Может, тебе удастся изменить ее к лучшему. Я ведь только хочу, чтобы в конце концов ты был счастлив. А может ли быть счастлив богатый и востребованный винтик, я не знаю».

АВТОР:

УДК 658.5.011

Е. Г. МАРКУШИНА, методолог change-management, директор по организационному развитию, руководитель управляющего Центра международного сообщества профессионалов управления изменениями Kinsmark.com

³ Знак China Export говорит о производстве товара в Китае. По законодательству стран ЕС, если вы являетесь поставщиком или импортером различной продукции в ЕС и продукция попадает под обязательное требование по маркировке CE, вы несете полную ответственность за соответствие продукции требованиям директив и стандартов.

Мудрейший Юрий Адлер



С Юрием Павловичем Адлером я познакомился на одном из заседаний ежемесячного семинара «Аналитика в госучреждениях» в Администрации Президента РФ. Представил его как уникального ученого в области менеджмента качества. Адлер сразу произвел на меня впечатление мудрейшего человека, начав говорить о менеджменте качества, в котором я ничего не понимал. Изучал, конечно, про переход количества в качество, но применительно к менеджменту для меня это было ново. С тех пор началась мое погружение в эту тему.

Мы встречались с Юрием Адлером нечасто, но каждая встреча обогащала новыми знаниями, которыми я пользуюсь постоянно. Например, его тезис про философию качества, представляющий этот феномен как «удовлетворение потребностей при минимизации себестоимости». Такая философия требует выделения объекта управления и его внешнего окружения. Нужно определить границу объекта управления, и, как выяснилось, построить ее для органов власти непросто. В корпорации или на заводе проще — там есть «забор», отгораживающий объект управления от внешнего рынка. Дальше уже дело менеджериальной техники — инструменты планирования, маркетинга, контроллинга и проч.

Позже под эту философию я подстроил термодинамическую схему, которая подсказывала, в каком соотношении объема и скорости изменения должны обеспечиваться потоки информации между объектом и внешним окружением, чтобы объект управления развивался устойчиво. Например, формула показывала, что если объект управления не ориентируется на потребности внешнего рынка, ему долго не жить. Запомнился тезис Юрия Адлера, что в 1980-х годах весь мир менеджмента «перелетел в другую галактику»: раньше был рынок производителя, а теперь — рынок потребителя.



Ключевые слова: менеджмент качества, удовлетворение потребностей, минимизация себестоимости, объект управления, метод структурирования функций качества (QFD).



Очень полезно было послушать лекции Юрия Адлера. Однажды он пригласил меня на свой трехчасовой рассказ о методе структурирования функций качества (QFD), который я сам никак не мог понять. Юрий Павлович читал об этом методе лекции часов 12, написал инструкцию в виде набора статей¹. А здесь представил лекцию короткую, но очень насыщенную. Аудитория была полна, все слушали с воодушевлением, вникая в суть. Выступление перемежалось обращениями к художественной литературе. Например, помню, в один подходящий момент он процитировал Гете: «*Что старость в детство нас приводит — пустяки; до самой старости мы дети — вот в чём дело!*» Таким моментом было и изображение им на доске дыма из трубы «домика качества» (кто-то спросил, зачем рисовать дым, ведь это серьезное дело, а не игрушка). Еще тогда Адлер добавил, что серьезные дела японцы делают весело — иначе не получится, не хватит жизненной энергии.

Мы с ним вместе провели несколько стратегических совещаний, однажды даже ездили в Ханты-Мансийск, где надо было построить концепцию повышения качества высшего и профессионального образования Ханты-Мансийского автономного округа. Это было началом пути нашего с Дмитрием Шмерлингом и еще пятью моими друзьями коммерческого партнерства «Аналитическое агентство «Новые стратегии». Именно тогда мы построили свою уникальную методику быстрой разработки стратегий. Такую стратегию формируют сами сотрудники организации, которые глубоко понимают и чувствуют проблемы своей организации. Наша же роль состояла в модерации процесса построения стратегии, синтеза когнитивной (концептуальной) модели. Юрий Адлер перед этим написал крупный обзор (в двух томах, более 100 листов) в области менеджмента качества образования. Сказал, что есть специальная зарубежная база данных с публикациями на эту тему и он за этими публикациями внимательно следит. Тогда как раз был начальный бум ISO 9000, разработанным в 2000 г.

Правительство Ханты-Мансийского автономного округа само очень упорно занималось проблемой качества образования. Как мне сказал один из заместителей руководителя профильного департамента, они трижды ездили в Японию изучать новые техники, но наша работа им представилась очень полезной. Помню, что наставления Юрия Адлера по ме-

¹ Адлер Ю.П. Качество и рынок, или Как организация настраивается на обеспечение требований потребителей // Сб. статей «Поставщик и потребитель». — М.: РИА «Стандарты и качество», 2000. — с.35—90.

Адлер любил и умел писать книги и статьи. Никогда не боялся делиться своими знаниями — наверное, потому, что всегда шел впереди и его трудно было догнать

тодике повышения качества образования я воспринял очень буквально, у меня был перегиб в жесткий реинжиниринг системы образования. По этой теме правительство округа собрало специальную конференцию, в большом зале собралось человек 300. Выступление Юрия Адлера было очень ярким и насыщенным, ему аплодировали, задавали вопросы, на которые он корректно отвечал. Мне же не повезло: после моего выступления со следующим докладом вышел ректор Сургутского университета и назвал мой взгляд «сугубо бухгалтерским». Сказал, что надо всесторонне учить детей, давать им всеобъемлющие знания и умение ориентироваться в суровой рыночной действительности. Я же возражал, напоминая, что в Хантах 50% выпускников вузов не могут найти себе работу по специальности, а значит, их учат не тому, надо больше ориентироваться на потребности рынка... Вечером на банкете нас с ним и Адлером посадили за стол рядом, и затем мы с сургутским ректором крепко подружились, скрестив наши позиции.

Однажды Адлер пригласил меня на свой день рождения. Помню это мероприятие, где было сказано много хороших и добрых слов. В заключение Юрий Павлович прочитал с душой свое любимое, как он сказал, стихотворение — это было произведение Бориса Пастернака, где есть замечательные строки:

*«Другие по живому следу
Пройдут твой путь за пядью пядь,
Но поражения от победы
Ты сам не должен отличать».*

Юрий Павлович любил романтику, считал ее составной частью категории качества. Чтобы это понять, он посоветовал мне прочитать книгу Роберта Пирсига «Дзен и искусство ухода за мотоциклом». Сразу сказал, что искать ее надо в зале художественной литературы, однако мало кто знает, что это настольная книга мировых лидеров в области менеджмента качества. Я сразу побежал в книжный магазин «Москва» и книгу эту купил. Прочитал взахлеб, всё время вспоминаю межевание в ней описаний

природных ландшафтов и ремонта мотоцикла. До сих пор пользуюсь ее главным тезисом: качество — это слияние аналитики и романтики. Правда, также помню, что герой этой емкой книги, в конце концов мучительно придя к этому выводу, сошел с ума... Так что увлекаться качеством надо очень аккуратно. Не все фирмы позволят себе такую роскошь.

Юрий Адлер развивал свой подход к менеджменту качества, а именно — альтернативный менеджмент², т.е. менеджмент, построенный на философии и принципах категории качества. Подход управления качеством не является панацеей и абсолютом, есть и другие подходы, где больше акцентируется внимание на иных параметрах менеджмента. Хотя, в принципе, многие подходы пересекаются. Например, нетленный метод компании Toyota «Lean Thinking» (в России больше известный как «бережливое производство») можно также отнести к менеджменту качества. Почему-то мало кто обращает внимание на то, что при таком подходе, в отличие от классического, решается обратная, а не прямая задача. Она требует совсем других методов поддержки решения. Обратная задача некорректна (т.е. решения может не существовать, решений может быть много, устойчивость решения может быть нарушена). Меня это, в частности, подвинуло построить метод конвергентного управления и поддержки решений³, в котором задаются необходимые условия структурирования информации для устойчивого продвижения решения задач менеджмента к целям. Применял я этот свой метод в проведении упомянутых выше стратегических совещаний.

Не видел, чтобы Адлер унывал. В начале 2000-х он считал необходимым подкачивать себя энергией поездками на зарубежные конференции. Вместе с японцами проводились конференции по менеджменту качества на корабле — два раза в год как минимум. Приезжал — рассказывал. Считал, что денег жалеть на конференцию не стоит, всё окупится. Я не мог себе этого позволить, ведь вместе с билетом такое участие могло обойтись в полторы-две тысячи долларов. Юрий Павлович говорил, что после каждой такой конференции кидается на дилетантов менеджмента качества, как бык на красную тряпку. А как не кидаться? Вот налаживали они менеджмент на одном из российских автомобильных за-

водов. В Японии обнаружение ошибки соседа на конвейере называлось «бриллиантом». Обнаруживший останавливал конвейер, получал премию, и все обсуждали ошибку, придумывали способы, как ее не повторить. На российском же заводе после длительного пробивания Адлером этой техники дирекция разрешила рабочим останавливать конвейер, однако штраф за остановку этому рабочему не отменили.

Адлер любил и умел писать книги и статьи. Никогда не боялся делиться своими знаниями — наверное, потому, что всегда шел впереди и его трудно было догнать. Для примера можно вспомнить его статью «Наука, что это за штука?» С таким названием он прислал мне набросок своей неопубликованной еще статьи. В ней четко и ясно показал взаимосвязь этапов эволюции науки... в виде «Колеса фортуны». Предприятия приглашают ученых, чтобы повысить добавочную стоимость продукции — продвинутое производство обращается в университеты, чтобы взглянуть в будущее — развитое производство обращается к венчурным схемам финансирования, чтобы продвинуть инновации и увеличить доходы в бюджет — бюджетные деньги используются для финансирования фундаментальной науки. Круг (колесо) замкнулся. Один из выводов: нет производства — наука не нужна. Это редуцированный взгляд, который имеет право на жизнь, однако среди моих университетских слушателей он не находил резонанса.

Сам Юрий Адлер тоже придерживался этого круга. Посетив университет, где он работал, я услышал такой совет: чтобы быть на достойном уровне знаний, надо одновременно заниматься тремя делами:

- 1) консалтинг в области менеджмента — тогда всегда будешь на острие производственных событий;
- 2) подготовка студентов — тогда будешь уверенно смотреть в будущее;
- 3) занятие наукой — это нужно для саморазвития и внедрения инноваций.

Юрий Адлер — великий человек. Ему можно было позвонить и спросить совета в любой момент и из любой точки — и он никогда не отказывался поделиться своей мудростью.

АВТОР:

А.Н. РАЙКОВ, профессор, д.т.н., действительный государственный советник третьего класса, лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники

² Адлер Ю.П. Качество и рынок, или Как организация настраивается на обеспечение требований потребителей // Сб. статей «Поставщик и потребитель». — М.: РИА «Стандарты и качество», 2000. — с.35—90.

³ Райков А.Н. Конвергентное управление и поддержка решений. — М.: Издательство ИКАР, 2009. — 245 с.



УЧРЕДИТЕЛИ

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Общероссийская общественная организация «Всероссийская организация качества»
Общество с ограниченной ответственностью «Рекламно-информационное агентство
«Стандарты и качество»

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «РИА «Стандарты и качество»
Адрес: 115280, г. Москва, ул. Мастеркова, дом 4, этаж 15, пом. 1, комн. 8—13

Председатель совета директоров Н.Г. ТОМСОН
Генеральный директор С.С. АНТОНОВА
Главный редактор издательства Т.В. КИСЕЛЕВА
Ответственный секретарь Н.Р. ВАРФОЛОМЕЕВА

Тел.: (495) 771 6652

E-mail: secret@mirq.ru

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В.Я. БЕЛОБРАГИН — заместитель главного редактора по научной работе редакции журнала «Стандарты и качество»
Л.А. БОКЕРИЯ — директор Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, главный кардиохирург Минздрава России
В.А. БУРМИСТРОВ — директор департамента Минпромторга России
Г.П. ВОРОНИН — главный редактор журнала «Стандарты и качество», президент ВОК
С.Ю. ПЛАЗЬЕВ — член Коллегии (министр) по интеграции и макроэкономике ЕЭК, академик РАН
С.Н. КАТЫРИН — президент ТПП России
М.И. ЛОМАКИН — главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России
В.В. ОКРЕПИЛОВ — академик РАН
В.Ю. САЛАМАТОВ — заведующий кафедрой МГИМО (У), генеральный директор ИЦ «Международная торговля и интеграция»
В.И. СОЛОВЬЕВ — президент Казахской академии менеджмента качества
Н.Г. ТОМСОН — председатель Совета директоров ООО «РИА «Стандарты и качество», член правления ВОК
А.П. ШАЛАЕВ — руководитель Росстандарта
Г.И. ЭЛЬКИН — президент Академии проблем качества

Главный редактор Г.П. ВОРОНИН

РЕДАКЦИЯ

Адрес (почтовый): 115280, Москва, ул. Мастеркова, д. 4
E-mail: stq@mirq.ru; тел.: (495) 771 6652, 988 0687

Шеф-редактор А.И. АНИСКИН
Заместитель главного редактора по научной работе В.Я. БЕЛОБРАГИН
Редакторы: С.А. КУЗНЕЦОВА, А.Н. МОСКВИЧЕВА
Корректор О.Ю. АНДРЕЕВА
Дизайн-макет Н.С. ЗУЕВА
Верстка, инфографика О.Ю. ДУНАЕВА

Директор по развитию бизнеса А.И. АНИСКИН
E-mail: a.aniskin@mirq.ru; тел.: (495) 988 0689

ОТДЕЛ МАРКЕТИНГА И РЕКЛАМЫ

Начальник отдела А.И. КОЛЕСНИКОВ
Менеджеры: В.М. АГАДЖАНОВ, Г.Л. СМИРНОВА
E-mail: market@mirq.ru; тел.: (495) 771 6652

ОТДЕЛ ПРОДАЖ (ПОДПИСКИ)

Начальник отдела О.В. АБРАМОВА
Менеджер: С.Н. ЧЕРЕМУХИНА
E-mail: podpiska@mirq.ru; тел.: (495) 258 8436

САЙТ: www.ria-stk.ru

Станьте нашим автором! Ждем ваши статьи по адресу: avtor@mirq.ru

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. При использовании материалов ссылка на журнал и его электронную версию обязательна.
Используемые изображения: www.iStock.com. Иллюстрация на обложке Alena Butusava/iStock.com. Перепечатка только с разрешения редакции.

Журнал зарегистрирован Роскомнадзором. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-47089 от 24 октября 2011 г.

Подписано в печать 12.03.2024. Электронная и печатная версии.
Дата выхода электронной версии на сайте ria-stk.ru (общедоступная версия) 15.03.2024 г.
Дата выхода печатной версии 27.03.2024 г. Формат 60×90/8. Уч.-изд. л. 18. Бумага мелованная матовая. Печать офсетная.
Тираж 50 экз. Цена свободная.



СТАНДАРТЫ И КАЧЕСТВО

Информационно-аналитическое агентство,
информационно-просветительский центр Всероссийской организации качества

ОСНОВАНО В 1993 ГОДУ

СЛУЖИТ

гарантом сохранения лучших советских традиций в стандартизации, приумножает их мировыми и отечественными инновациями

СОДЕЙСТВУЕТ

промышленному развитию и повышению конкурентоспособности российских компаний на внутреннем и внешнем рынках

РАСПРОСТРАНЯЕТ

передовой практический опыт предприятий по внедрению инструментов бережливого производства и повышению устойчивости бизнеса

ВЫСТРАИВАЕТ

диалог доверия между бизнесом, государством и обществом для повышения качества жизни граждан

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



ИЗДАНИЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
ЖУРНАЛОВ



СЕМИНАРЫ,
КОНСАЛТИНГ,
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ЭКСПУРСИИ



ВСЕРОССИЙСКИЕ ФОРУМЫ
И КОНФЕРЕНЦИИ
ПО УПРАВЛЕНИЮ
КАЧЕСТВОМ



КОНКУРС НА СОИСКАНИЕ
ОБЩЕРОССИЙСКОЙ
ОБЩЕСТВЕННОЙ ПРЕМИИ
«СТАНДАРТИЗАТОР ГОДА»

ПАРТНЕРЫ И РЕКЛАМОДАТЕЛИ



+7 (495) 771 6652

 www.ria-stk.ru

 market@mirq.ru





**АДЛЕРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:
НЕПРЕРЫВНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ВСЕХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**