

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ЭКОНОМИКА, ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО, ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ЛОГИСТИКА, БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ

DOI: 10.24143/2073-5537-2021-3-17-27

УДК 338.4

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ «УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА»: ОТ ЦЕЛЕВЫХ УСТАНОВОК К РЕГЛАМЕНТАЦИИ

*Г. С. Мерзликина*

*Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Российская Федерация*

Рассматриваются проблемы оценки экономической эффективности «умного производства» и способы их разрешения. Выявлено, что «умное производство» (Smart Manufacturing) в настоящее время становится само по себе целью и гарантом успешного развития промышленного бизнеса. Проведен сравнительный анализ научных публикаций по уточнению содержания понятия Smart Manufacturing, выявлено, что следует различать «умное» и интеллектуальное производства, которые в настоящее время используются как синонимы. Анализ практики организации «умного производства» доказал, что процесс создания Smart Manufacturing часто преследует цель – участие в популярном, полезном процессе с ожиданием будущих «размытых» положительных результатов; но присутствуют и конкретные результаты в виде экономии затрат (лучшая организация производственного процесса), увеличения объема производства и роста производительности труда. Все предприятия и организации достаточно четко представляют процесс создания конкретного «умного производства» с детализацией отдельных стадий и этапов, поэтому конкретные цели Smart Manufacturing должны быть конкретизированы с учетом конкретного предприятия, но в то же время стандартизированы для возможности сравнительной оценки экономической эффективности. Выявлено, что для оценки экономической эффективности Smart Manufacturing используются традиционные экономические показатели эффективности; для организации необходимо сформировать особую систему показателей эффективности, опирающуюся на теорию управления по целям. Определено, что основным фактором производства Smart Manufacturing является инновационный капитал, поскольку «умное производство» по определению инновационно. Представлены возможные варианты формирования и сочетания целей и задач Smart Manufacturing и инновационного капитала. Рассматриваются содержание и структура регламента оценки экономической эффективности Smart Manufacturing.

**Ключевые слова:** Smart Manufacturing, «умное производство», интеллектуальное производство, экономическая эффективность, целеполагание, регламент.

**Для цитирования:** Мерзликина Г. С. Экономическая эффективность «умного производства»: от целевых установок к регламентации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 3. С. 17–27. DOI: 10.24143/2073-5537-2021-3-17-27.

### **Введение**

Развитие «умного производства» (Smart Manufacturing) в настоящее время переходит от стадии провозглашения и формирования планов и прогнозов к конкретным действиям: активной автоматизации, роботизации, цифровизации производства, созданию новых логистических цепей, перехода к интернету вещей, киберфизическим системам, внедрению систем сбора и обработки больших данных, использованию методов предиктивной аналитики. Уже появляются первые положительные результаты «умного производства» – и не только в виде финансовых показателей (как правило, затрат), но и конкретных результатов деятельности по достижению определенных «умных» характеристик. Сравнительный анализ результативности «умного про-

изводства» доказывает, что результаты, эффективность «умного производства» измеряются по-разному. Традиционно это показатели производительности труда и обобщающие показатели производства (объем выпуска продукции, прибыльность). Оценка эффективности «умного производства» должна осуществляться с использованием единой общепризнанной методики. Но именно в *единстве* кроется проблема. Проекты «умного производства», как правило, индивидуальны с точной «привязкой к местности». Кроме того, в условиях неопределенности и малопредсказуемости экономических, технических и технологических процессов, возможно, следует использовать подход к оценке эффективности, опираясь на принципы управления по целям, показателем эффективности будет выступать показатель достижения цели.

Целеполагание любой деятельности (и «умного производства») – процедура нелегкая. Традиционно считается, что цель любой организации – долгосрочное существование, жизнеспособность организации [1], либо рост производительности и эффективности, либо некая цель – полезная для общества задача. Конкретные цели «умного производства» должны определяться достижением основных характеристик Smart Manufacturing, но единые характеристики до сих пор не разработаны. Необходимо дифференцировать Smart Manufacturing, под которым можно понимать и интеллектуальное производство, или «умное производство» (по мнению большинства ученых, это близкие, но разные процессы). Исследование дефиниций «умного производства» позволило выявить основную его характеристику – инновационность; «умное производство» по определению должно быть инновационно, причем инновации должны быть устойчивые (постоянные), охватывающие все стороны деятельности и развивающиеся. Поэтому предполагается, что основным фактором «умного производства» должен быть инновационный капитал. Предложена его структура: человеческий, интеллектуальный, патентный и цифровой капиталы, каждый из видов инновационного капитала будет работать на «умное производство», формируя определенные результаты в соответствии с поставленными целями и задачами. Сформированы цели и задачи Smart Manufacturing в контексте использования инновационного капитала, предполагающие первый этап регламентации оценки экономической эффективности. Формирование полноценного регламента оценки экономической эффективности «умного производства» – предмет дальнейших исследований.

*Целью настоящего исследования* является определение особенностей оценки экономической эффективности Smart Manufacturing с учетом его целей-характеристик на основе использования инновационного капитала организации.

### **Экономическая эффективность: классика оценки, достижение цели как показатель экономической эффективности**

Понятие эффективности известно и изучено в экономике давно. Как правило, любое принимаемое хозяйственное решение должно было быть оценено с позиции экономической эффективности. Выявлению критериев экономической эффективности посвящено множество научных исследований как зарубежных, так и отечественных ученых. В нашей стране была создана научная школа оценки экономической эффективности (Л. И. Абалкин, М. С. Атлас, М. З. Бор, П. Г. Бунич, А. И. Ноткин, Г. М. Сорокин, Б. М. Смехов, Т. С. Хачатуров, Т. В. Чечелева, Л. М. Чистов и др.). Еще больше исследований проведено по разработке показателей оценки экономической эффективности – количественные и качественные показатели (обобщающие и частные).

Учитывая вышесказанное, следует отметить, что эффективность деятельности – это свойство, связанное со способностью формулировать свои цели с учетом внешних и внутренних условий функционирования и достигать определенных результатов при установленном соотношении (результат/затраты). Следует отметить, что создание Smart Manufacturing – достаточно дорогостоящий процесс, стоимость первоначального внедрения может быть значимой (и этот показатель используется в качестве показателя результативности) [2], а преимущества, как правило, отдаленные; «умное производство» находится в стадии ожидания блестящих результатов цифровизации, и редко кто обращает внимание на экономическую обоснованность и необходимость цифровых разработок.

Управление по целям (Management by Objectives – MBO) стало использоваться в деловой практике с 50-х гг. XX в., впервые было использовано Питером Друкером.

В управлении по целям важны верное определение целей и оценка эффективности по «факту ее достижения». Следует отметить, что в русском языке понятие цели многозначно и относится как к физической, так и к интеллектуальной сферам деятельности, не указывает на

конкретные причины, называющие цель и желаемый результат. В английском же языке, например, трактовка понятия цели (при изобилии слов – aim, target, purpose, object, objective, goal, end, point и др.) предполагает указание на причины, характер цели и желаемый результат. Факт определения целей зримо отличает любую организацию от других искусственных систем (исследуем систему не только телеологически с позиции оценки выхода – результата, но и детерминистски (с позиций оценки входа – затрат, ресурсов)). Важно верно обосновать и сформулировать цель организации.

Рассел Акофф определял общие цели для любой системы (предприятия, региона, государства) – достижение результатов во временной перспективе (плановом периоде, за его пределами, недостижимыми, но привлекательными). Питер Друкер определил главную цель как яркую образную общественно полезную задачу, отмечая, что «достижение максимума прибыли» несостоятельно, т. к. не может обозначить «путь» достижения, не позволяет определить правила и регламент ее достижения. Считается, что цель – это желаемое состояние компании на стратегическом горизонте планирования. Современные ученые характеризуют цель только как осознанную достижимую измеримую цель с предвиденным результатом [3], поскольку неосознанное произвольно невоспроизводимо; цель должна быть определена по времени достижения и учитывать возможные средства, ресурсы по ее достижению.

Часто для формализации целей используется прием построения дерева целей (предложено Ч. Черчменом и Р. Акоффом), предполагающий структуризацию целевого состояния организации. Хотя сущность управления по целям и построения дерева целей несколько отличаются: в первом случае самое важное – доведение цели организации до сотрудника, во втором – декомпозиция генеральной цели организации до возможности (как бы мы сейчас сказали) «цифровизации» (выявления ответственного сотрудника и показателя результативности). В связи с показателями эффективности необходимо упомянуть и о ключевых показателях эффективности (Key Performance Indicators – KPI), впервые эти показатели появились в научных работах по целевому управлению фактически как синонимы терминов «цель» и «задача». Впоследствии система ключевых показателей получила повсеместное распространение; в некоторых странах (Япония, Корея, Сингапур, Малайзия, Гонконг, Англия, Германия, США, Бразилия) концепция KPI поставлена на уровень национальной идеи. Система управления на основе KPI по существу вошла в состав многих концепций управления, начиная от управления по целям, всеобщего менеджмента качества, управления результативностью и компетенциями, а также сбалансированной системы управления Д. Нортон и Р. Каплана.

В условиях неопределенности, неясности прогнозов развития рынка, внешней и внутренней среды используется прием достижения целей: да или нет, либо без уточнения конкретных цифровых значений показателей, либо с объемным пакетом измеряемых и известных экономических показателей (с определением их положительной динамики). В определенном смысле достижение цели как показатель эффективности корреспондируется с китайской поговоркой «Все видят одну и ту же вершину. Но, поднявшись на нее, все вокруг смотрят по-разному», т. е. для достижения цели выбираются разные пути, которые и определяют дальнейшее существование достигшего цели. При формировании цели следует учитывать еще одну трактовку цели и необходимости (возможности) ее достижения. Стоики (философская школа 300 лет до н. э.) [4] выделяли просто цель (skopos, цель – задача, объект для наблюдения) и конечную цель (telos, цель – предназначение); просто цель – нечто внешнее по отношению в объекту (мишень), а конечная цель всегда носит «внутренний характер», когда главное не столько в достижении цели (попасть в мишень), сколько в «прицеливании», т. е. в движении к достижению цели. Кроме того, в восточной традиции существует комментарий по поводу целеполагания: действия мудреца всегда бесцельны, мудрецу достаточно действовать. Это означает, что важнее конечные цели как ориентиры для действий; показатели результативности достижения целей не всегда, а возможно, и часто нельзя оцифровать.

Таким образом, в условиях неопределенности прогнозов развития рынка, внешней и внутренней среды для оценки эффективности деятельности можно использовать прием достижения целей (или действий для достижения целей) теории управления по целям, либо без уточнения конкретных цифровых значений показателей, либо с объемным пакетом измеряемых и известных экономических показателей (с определением их положительной динамики).

### «Умное производство»: сущность и цели

Во многих странах «умное производство» в большей мере получило развитие в промышленности: Германия реализует программу «Индустрия 4.0» (именно она активизирует европейское развитие), значительные результаты развития «умного производства» отмечены в Корее и Японии [5]. Очень часто прилагательное «умное» (популярное, модное) в приложении к товару, услуге, процессу, производству используется как обычный маркетинговый ход. Но создание настоящего «умного» (интеллектуального) производства требует теоретического обоснования продвижения всего «умного». Определив смысл данного словосочетания, можно будет говорить и о самом «умном» производстве, о его создании, развитии, об «умных» мероприятиях, об «умном» управлении, о характеристиках так называемого «умного» производства. В английском языке понятие ума отражается в различных словах – mind, intelligence, intellect, wit, brain, wits, brains, smarts, nous, clever. В переводе всех перечисленных слов присутствует понятие ума, но применительно к производству используются прилагательные Intellect или Smart Manufacturing («умное производство», интеллектуальное производство), которые часто используются как синонимы. Однако специалисты различают понятия ума и интеллекта. Под *интеллектом* подразумевается способность накапливать и систематизировать знания и аналитическое мышление, под *умом* подразумевается использование знаний и способность прогнозировать последствия действий [6], одним из признаков и важнейших характеристик ума является *дальновидность*. Интеллектуальное производство часто отождествляют с «умным производством» [7]. По нашему мнению, понятия «умного» и интеллектуального производств необходимо дифференцировать. Интеллектуальное производство более сосредоточено на технических аспектах (техника, оборудование, технологии), а «умное производство», в том числе, и на организационных аспектах: формировании новых бизнес-моделей, не связанных с существующими физическими объектами, учете сервиса производства и продаж (производство, снабжение, сервис, продажи, сопровождение, Product service system – PSS). Поскольку дифференциация понятий интеллектуального и «умного» производств требует более фундаментального обоснования, в данной статье будем придерживаться англоязычной аббревиатуры Smart Manufacturing или словосочетания «умное производство» (как перевод), предполагая, что речь идет и об интеллектуальном, и об «умном» производстве.

Понятие Smart Manufacturing согласно определению Национального института стандартов и технологий США (NIST): «...полностью интегрированные корпоративные производственные системы, которые способны в реальном масштабе времени реагировать на изменяющиеся условия производства, требования сетей поставок и удовлетворять потребности клиентов» [8]. Определение нечеткое, не предполагающее ни особых требований к технологиям производства, ни специального оборудования и инструментов, только достижение поставленной цели. Попытаемся определить основные характеристики Smart Manufacturing, которые по существу формируют и его цели, хотя здесь сложно сказать, что первично. В США трактовка понятия Smart Manufacturing широка – кроме киберфизических систем и всех аксессуаров значимое место уделяется человеческим ресурсам (они и соединяют оборудование, и создают новое). Как отмечает Д. Соколов, эксперт управления «Цифровое производство» компании Siemens: «Умное производство (Smart Manufacturing, SM) – это новая производственная парадигма, основанная на использовании цифровых бизнес-моделей и бизнес-процессов (производства, эксплуатации, обслуживания), предполагающая новые формы производственной кооперации и выпуск новых «умных продуктов» [9]. Основная роль в «умном» производстве отводится киберфизическим системам (CFS) с множеством датчиков, передающих устройств, позволяющих собирать огромное количество информации о работе системы, развивать коммуникации и инициативные действия. В Германии к характерным чертам Smart Manufacturing относят устойчивую индивидуализацию выпуска продукции на совершенном оборудовании, высокое качество продукции. Считается, что такого рода производство должно быть основано на принципах стандартизации и эталонной архитектуры организации производственного процесса, управления сложными системами, создания коммуникационных сетей и соответствующей инфраструктуры, безопасности и охраны (окружающая среда), организации работы, профессиональном развитии персонала, формировании нормативной базы учета и оценки эффективности использования ресурсов. К основам (pillars) Smart Manufacturing относят оптимизацию работы всего предприятия, создание устойчивого производства и гибкие цепочки поставок [7]. Повсеместно признается, что Smart Manufacturing предполагает тотальную цифровизацию производственного процесса (создание цифровых двойников, сквозное внедрение информационных систем и цифровых платформ).

Определим понятие Smart Manufacturing как достижение определенных характеристик (формирование цифровых бизнес-процессов и бизнес-моделей для производства «умных продуктов» на основе киберфизических систем (CFS) с множеством датчиков, предполагающих работу с Big Data на основе предиктивной аналитики). Исследуя основные характеристики Smart Manufacturing необходимо обратить внимание на определение Smart.

Прилагательное Smart представляет собой мнемоническую аббревиатуру, созданную для лучшего запоминания, предложенную Дж. Дораном в 1981 г. и используемую в менеджменте и проектном управлении для определения целей и задач (т. е. по существу в определении «умного» производства закладывается оценка эффективности как достижение поставленных верных целей). В менеджменте особое внимание уделяется правильной постановке целей и, соответственно, формированию задач. Умные цели, умные задачи позволят разработать умные решения и достичь целей. В названии Smart-целей заложены и критерии их оценки: Specific (конкретность), Measurable (измеримость), Attainable (достижимость), Relevant (значимость), Time-bounded (ограниченность времени). Конкретность (иногда говорят – ясность) нужна для определения четкости, что необходимо сделать; измеримость предполагает, что необходимый результат по достижении должен быть измерен, т. е. он должен быть управляем (управлять можно только тем, что можно измерить); достижимость предполагает, что цели могут и должны быть достигнуты, т. е. реальны; значимость предполагает дифференциацию целей с выделением главной (иерархия целей); ограниченность во времени определяет временные границы достижения целей.

Цели «умного производства» редко обсуждаются в научных работах, чаще упоминается повышение производительности и эффективности работы, но это генеральные цели любого производственного процесса. Для формулировки целей Smart Manufacturing воспользуемся одним из определений понятия *цели* – конкретное реальное состояние характеристик организации (совокупность отличительных свойств), идеальное мысленное предвосхищение результата. По мнению Х. Р. Фридаг и В. Шмидт [1], сверхзадача, основная доминирующая цель предприятия – долгосрочное существование, жизнеспособность организации, как и «умного производства»; важен при целеполагании именно так называемый стратегический горизонт. Для оценки параметров экономической эффективности попробуем определить стратегические цели Smart Manufacturing по результатам уже внедренных новых «умных» процессов, опираясь на опыт некоторых российских предприятий (табл. 1).

Таблица 1

**Полученные результаты и возможные ожидания от использования Smart Manufacturing по некоторым организациям в России\***

Наименование организации	Предметная область	Полученные результаты и возможные ожидания
PepsiCo	Использование технологии транспортной телематики; перестройка архитектуры производственных информационных технологий, защита и противодействие потенциальным киберугрозам	Позволяет осуществлять контроль условий труда водителей и применение корректирующих мер для снижения аварийности; повышение эффективности продаж и логистики (искусственный интеллект сравнивает фактические сведения с плановыми)
ООО «Сыктывкархлеб»	Внедрения автотранспортной телематики (2018 г.) (навигационными терминалами оснащены 55 автомобилей)	В режиме онлайн отслеживаются перемещения грузовиков, контролируются сроки доставки и корректируются маршруты в случае необходимости. Результат: 12-процентная экономия расходов на онлайн-мониторинг
Группа компаний «Обувь России»	Использование автоматизированных швейных систем; внедрение системы just-in-time	Производительность труда возросла в несколько раз (конкретные цифры не указаны), брак фактически снизился до нуля; существенное расширение ассортимента; уменьшение складских запасов и складских помещений, снижение влияния человеческого фактора, исключение простоя оборудования; повышение эффективности производства (конкретные цифры не указаны)
Предприятия АО «Трансмашхолдинг»	Внедряются элементы «умного» производства – «цифровой завод» и частичная роботизация	Конкретные результаты не обсуждаются
Предприятия группы «Черкизово»; открытие в 2018 г. в подмосковной Кашире полностью роботизированного предприятия	Создание современной ИТ-инфраструктуры и систем управления; внедрение SAP, системы электронного документооборота, а также решения для бизнес-аналитики и работы с Big Data	Роботизированное предприятие (при выходе на полную мощность): производительность труда на новом заводе превысит производительность труда (по сравнению с традиционными предприятиями) в четыре раза

Наименование организации	Предметная область	Полученные результаты и возможные ожидания
Агрохолдинг «Степь»	«Умное» земледелие; цифровая трансформация молочных ферм, все рабочие процессы полностью автоматизированы с помощью систем управления Afifarm; внедрение цифровой платформы растениеводства	Валовое производство молока повышается на 16,2 % ежегодно. В результате внедрения цифровой платформы растениеводства ожидается снижение расхода топлива на 20–30 %, средств защиты растений и удобрений – до 10 %, улучшение производственной логистики и повышение урожайности сельхозкультур
Лесопромышленный холдинг Segezha Group	Внедрение цифровых технологий на производстве, в частности работа с Big Data и использование технологий предиктивной аналитики	Предполагается сокращение непроизводительных простоев оборудования и повышение объемов выпуска готовой продукции (конкретные цифры не указаны)
Разработчик цифровых платформ и решений Naumen	Использование «умных» технологий для регулярного анализа всех смежных технологий – от блокчейна до роботов. Внедрена система управления инновациями, созданная на базе методологии Technology and Project Readiness Level	Проверяется актуальность и уникальность каждого проекта или технологии, составляется сводный анализ для принятия решения, проводится семантический поиск и анализ, результаты которого система представляет в разрезе оценки актуальности и уникальности тематики проекта, оценки патентного и публикационного поля
Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК) («Гражданские самолеты Сухого», «Корпорация «Иркут», «Авиационный комплекс им. С. В. Ильюшина» и холдинг «Вертолеты России»)	Используется концепция виртуального конструкторского бюро (инженеры из нескольких конструкторских бюро и производственных площадок работают над проектированием модели самолета в единой цифровой среде)	Конкретные результаты не обсуждаются
ПАО «ОДК-Сатурн» (Ярославская область, входит в Объединенную двигателестроительную корпорацию)	Реализация проекта «Умная фабрика» формирование системы управления жизненным циклом изделия (PLM-управление)	Формирование компетенций и технологических решений
АО «Средне-Невский судостроительный завод» (предприятие Объединенной судостроительной корпорации)	Планируется запуск цифровой верфи; начнут применять компьютерную проверку продукции	Предполагается увеличить производственные мощности предприятия в два раза и повысить объемы экспорта

\* Составлено по [10].

Информация, представленная в табл. 1, позволяет сделать выводы: во-первых, часто процесс создания Smart Manufacturing преследует цель – участие в популярном, полезном процессе с ожиданием будущих «размытых» положительных результатов; во-вторых, присутствуют и конкретные результаты в виде экономии затрат (лучшая организация производственного процесса), увеличения объема производства и роста производительности труда. Из всего перечисленного только показатель производительности труда можно отнести к показателям эффективности. Следует обратить внимание на то, что все предприятия и организации достаточно четко представляют процесс создания «умного производства» с детализацией отдельных стадий и этапов. Вывод: конкретные цели Smart Manufacturing должны быть определены с учетом конкретного предприятия, но в то же время стандартизированы или регламентированы для возможности сравнительной оценки экономической эффективности.

### Инновационный капитал

В научных публикациях о сущности и содержании Smart Manufacturing априори признается, что «умное производство» – это всегда современный *инновационный* подход к организации производства промышленной продукции, ориентированный на интеллектуальное управление производственным процессом [7], *инновационность* рассматривается как основа развития интеллектуальных производств [11], в процессе поиска решение проблем реализации *инноваций* «умного производства» (например, нежелание развития исследований за пределами предприятия, когда организации против так называемого перетока знаний [12, 13]); «умное производство» должно быть насыщено инновациями, появился даже термин «*устойчивые инновации*» в «умном» производстве, «инновации всегда и везде», производственные, маркетинговые, финансовые, организационные и другие инновации. По нашему мнению, особое значение для инновационности организаций, т. е. для развития «умного производства» играет инновационный капитал (при условии его наличия и развития), именно он дифференцированно будет определять и цели, и задачи, и в конечном итоге результат организации «умного производства». Понятие инновационного капитала (Innovating capital) уже исследуется, но общепринятого толкования и

структуры капитала пока нет. Как правило, предполагается, что инновационный капитал представляет собой финансовый ресурс для реализации инновационных проектов или способность отраслей хозяйства или предприятий производить наукоемкую продукцию, отвечающую требованиям мирового рынка, или некую совокупность нематериальных активов, необходимых для создания интеллектуальной собственности. Инновационный капитал определяется как стоимость, авансированная в определенные инновационно-ориентированные ресурсы любой экономической системы (региона, предприятия), позволяющие создавать и реализовывать инновации [14]. В состав инновационного капитала предлагается включить человеческий капитал, интеллектуальный капитал, патентный капитал и цифровой капитал, каждый из которых должен быть четко определен. Человеческий капитал предполагает совокупность трудовых ресурсов любой экономической системы (страны, региона, предприятия), включающих совокупность знаний: образования, умений, профессиональных компетенций, позволяющих реализовывать инновационные решения. Интеллектуальный капитал – это совокупность работников, обладающих креативными, инновационными способностями и компетенциями, способных генерировать инновации (большие и малые), обладающих novelty seeking (способности к поиску новизны, «геном инновационности»). Патентный капитал предполагает совокупность идентифицированных нематериальных активов (патентов, авторских прав, приобретенных лицензий), позволяющих, с одной стороны, обладателю патента производить и реализовывать инновационные товары, с другой стороны, поддерживать инновационное развитие за счет лицензирования своих патентов либо при его продаже. Цифровой капитал (digital capital) как понятие был введен еще специалистами-аналитиками компании McKinsey, под ним понимались ресурсы для создания продукции и услуг в цифровой экономике; это материальные и нематериальные активы, позволяющие использовать цифровые технологии, комплекс цифровых компетенций сотрудников, которые дают возможность создавать и формализовать инновации, совокупность инфраструктурного и программного обеспечения цифровой трансформации производственных и организационных процессов, создание и коммерциализацию цифровых инноваций. Важно, что цифровой капитал – это и доступ к цифровым технологиям, и необходимый уровень компетенций пользователей [15]. В современных условиях цифровой капитал особо востребован, в том числе и в инновационной деятельности; в настоящее время ни один вид инноваций (производственных, процессных, организационных, маркетинговых, финансовых и др.) без него не может быть создан и реализован.

Каждый из видов инновационного капитала вносит свой вклад в развитие «умного производства», с другой стороны, Smart Manufacturing ставит задачи для всех структурных компонентов инновационного капитала. И поскольку инновационный капитал следует признать основным фактором «умного производства», сформулируем цели и задачи Smart Manufacturing (с учетом целей-характеристик) с учетом использования инновационного капитала. Таким образом, в связи с важнейшей характеристикой Smart Manufacturing – инновационностью – предлагаем для оценки экономической эффективности Smart Manufacturing (на основе целеполагания и дифференцирования целей – характеристик, определенных аббревиатурой Smart) использовать инновационный капитал организации (табл. 2).

Таблица 2

**Формирование целей и задач Smart Manufacturing  
в контексте использования инновационного капитала**

Характеристики «умных» целей Составляющие инновационного капитала	Specific Конкретность/ясность	Measurable Измеримость/инструменты	Attainable Достижимость/ресурсы, потенциал	Relevant Значимость/формирование иерархии	Time-bounded Соотнесение с конкретным сроком / учет фактора времени
Человеческий капитал	Формирование конкретной команды сотрудников для «умного» производства	Верная оценка значимости компетенций и знаний сотрудника (разработка методики оценки)	Объективный учет возможностей достижения поставленных целей	Формирование пирамиды востребованности по специальностям и компетентностям	Учет времени на формирование (подготовку) кадрового состава и графика обновления
Интеллектуальный капитал	Формирование группы конкретных сотрудников для креативного производства, генерации идей	Возможность формальной оценки результатов (разработка методики оценки)	Оценка вероятности получения результата	Формирование стратегической пирамиды задач	Учет времени на формирование креативного потенциала сотрудников

Характеристики «умных» целей Составляющие инновационного капитала	Specific Конкретность/ясность	Measurable Измеримость/инструменты	Attainable Достижимость/ресурсы, потенциал	Relevant Значимость/формирование иерархии	Time-bounded Соотнесение с конкретным сроком / учет фактора времени
Патентный капитал	Формирование конкретных задач по формализации полученных научных результатов	Верная оценка результатов патентования и лицензирования (формирование системы показателей)	Оценка возможных результатов патентования и лицензирования	Формирование оптимального портфеля патентов и лицензий	Учет фактора времени при использовании патентов и лицензий
Цифровой капитал	Формирование конкретных задач по цифровизации производства (оборудование, инфраструктура, программные продукты, специалисты)	Возможная оценка результатов цифровизации (формирование системы показателей)	Оценка возможности достижения необходимого уровня цифровизации	Формирование иерархии целей и задач цифровизации	Учет фактора времени на создание цифрового капитала
Инновационный капитал	Формирование проекта конкретных инноваций для «умного» производства	Измерение инновационного капитала (формирование методики, инструментальное обеспечение)	Оценка инновационного капитала	Оценка влияния инновационного капитала на «умное» производство	Учет фактора времени для продвижения инноваций

### Регламентация оценки эффективности «умного производства» на основе использования инновационного капитала и целеполагания

Насколько необходима регламентация оценки эффективности Smart Manufacturing? Как доказал компаративный анализ некоторых результатов Smart Manufacturing (см. табл. 1), цели у организаций общие: повысить производительность труда и эффективность производства. Но четких, единых подходов и показателей оценки эффективности Smart Manufacturing не существует. В 2020 г. Росстандарт утвердил серию из десяти предварительных национальных стандартов в области «умного производства», в том числе предполагающих оценку экономической эффективности; уже используются международные стандарты SCOR, DCOR. Однако широкого использования они пока не получили. Технический комитет «Киберфизические системы» на базе РВК (инфраструктурный центр НТИ «Технет» на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого) вынес на публичное обсуждение два проекта предварительных национальных стандартов в области «умного» производства (январь 2021 г.) – виртуальные производственные системы и конвергенция цифровых технологий и информационных систем на промышленных предприятиях – с целью формирования общих требований в области «умного производства» для всех высокотехнологичных компаний. Разработка стандартов Smart Manufacturing необходима, но стандарты (по определению) – это утвержденный нормативный документ, устанавливающий качественные характеристики, в определенном смысле шаблон, трафарет, т. е. достаточно единые, жесткие требования в контексте темы данного исследования и процедуры оценки экономической эффективности. Проекты Smart Manufacturing, как правило, индивидуальны, с особыми характеристиками и результатами. Предположим, что для оценки эффективности Smart Manufacturing в настоящее время более необходим единый регламент этой процедуры, включающий целеполагание, определенные действия и оценку результатов по определенным показателям. Такой подход корреспондируется с точкой зрения Х. Р. Фридага и В. Шмидта [1], предложивших в свое время ЦАП-принцип (Цель – Акция – Показатель). Под регламентом традиционно понимается документ, описывающий этапы выполнения бизнес-процессов с описанием терминологии, процесса, ответственности, контроля, указанием сроков, исполнителей. Формирование регламента оценки экономической эффективности Smart Manufacturing необходимо с опорой и на известные постулаты организации производства, описанные еще А. Файолем (предвидение, организация, распоряжение, координация, контроль). Регламент оценки экономической эффективности Smart Manufacturing должен представлять собой документ, определяющий порядок взаимодействия подразделений, сотрудников, организации в целом в рамках Smart Manufacturing и включающих его процессов. Первый шаг в формировании данного регламента сделан – сформированы цели и задачи Smart Manufacturing с учетом использования инновационного капитала и его составляющих как основного фактора Smart Manufacturing.

## **Выводы**

1. Обосновано, что в условиях неопределенности, неясности прогнозов развития рынка, внешней и внутренней среды для оценки эффективности деятельности можно использовать прием достижения целей теории управления по целям – либо без уточнения конкретных цифровых значений показателей, либо с объемным пакетом измеряемых и известных экономических показателей (с определением их положительной динамики).

2. Определена сущность понятия Smart Manufacturing как достижение необходимых характеристик (формирование цифровых бизнес-процессов и бизнес-моделей для производства «умных продуктов» на основе киберфизических систем (CFS) с множеством датчиков, предполагающих работу с Big Data на основе предиктивной аналитики).

3. Предложено дифференцировать понятия интеллектуального и «умного» производств, которые часто обозначаются как Smart Manufacturing и используются как синонимы; интеллектуальное производство более сосредоточено на технических аспектах (техника, оборудование, технологии), а «умное производство», в том числе, и на организационных аспектах: формировании новых бизнес-моделей, связанных с виртуальными объектами, с новыми формами учета (производство, снабжение, сервис, продажи, сопровождение).

4. На основе сравнительного анализа результатов внедрения Smart Manufacturing на некоторых российских предприятиях выявлено, что целями данного процесса являются либо участие в популярном, полезном процессе с ожиданием будущих «размытых» положительных результатов, либо достижение хороших результатов по показателям производительности труда и объемам производства; конкретные цели Smart Manufacturing должны быть конкретизированы с учетом конкретного предприятия, но в то же время стандартизированы для возможности сравнительной оценки экономической эффективности.

5. Определено, что важнейшей характеристикой Smart Manufacturing является инновационность; предложено при формировании целей учитывать возможность использования инновационного капитала организации (стоимость, авансированную в определенные инновационно-ориентированные ресурсы, позволяющие создавать и реализовывать инновации), включающего человеческий, интеллектуальный, патентный и цифровой капиталы.

6. Сформированы основные цели-характеристики Smart Manufacturing в контексте использования инновационного капитала как первого этапа формирования регламента оценки экономической эффективности Smart Manufacturing.

## *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. *Фридаг Х. Р., Шмидт В.* Сбалансированная система показателей. М.: Омега-Л, 2011. 144 с.
2. *Вальдхаузен М., Ахвенайнен Э.* «Умное производство»: первые шаги // Автоматизация проектирования. Рацион. управление предприятием. 2017. № 2. С. 44–46.
3. *Жемчугов А. М., Жемчугов М. К.* Современная организация: дерево целей – дерево стратегий // Проблемы экономики и менеджмента. 2013. № 5 (21). С. 21–35.
4. *Конт-Спонвиль А.* Философский словарь / пер. с фр. Е. В. Головиной. М.: Этерна, 2012. 752 с.
5. *Klaus-Dieter Thoben, Stefan Wiesner, Thorsten Wuest.* «Industrie 4.0» and Smart-Manufacturing - A Review of Research Issues and Application Examples. URL: [https://www.researchgate.net/publication/312069858\\_Industrie\\_4\\_0\\_and\\_Smart\\_Manufacturing\\_-\\_A\\_Review\\_of\\_Research\\_Issues\\_and\\_Application\\_Examples](https://www.researchgate.net/publication/312069858_Industrie_4_0_and_Smart_Manufacturing_-_A_Review_of_Research_Issues_and_Application_Examples) (дата обращения: 07.07.2021).
6. *Чем* отличается ум от интеллекта / The Difference.ru. URL: <https://thedifference.ru/chem-otlichaetsya-um-ot-intellekta/> (дата обращения: 29.04.2021).
7. *INDUSTRIE 4.0* – умное производство будущего (Государственная Hi Tech Стратегия 2020, Германия). URL: [https://json.tv/tech\\_trend\\_find/industrie-40-umnoe-proizvodstvo-buduschego-gosudarstvennaya-hi-tech-strategiya-2020-germaniya-20160227025801](https://json.tv/tech_trend_find/industrie-40-umnoe-proizvodstvo-buduschego-gosudarstvennaya-hi-tech-strategiya-2020-germaniya-20160227025801) (дата обращения: 18.04.2021).
8. *Smart Factory* – умное производство / IT-Enterprise. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/smart-factory> (дата обращения: 04.05.2021).
9. *Соколов Д.* Умное производство – что это и в чем его преимущество? URL: [http://zvt.abok.ru/articles/792/Uumnoe\\_proizvodstvo\\_chno\\_eto\\_i\\_v\\_chem\\_ego\\_preimuchshestvo](http://zvt.abok.ru/articles/792/Uumnoe_proizvodstvo_chno_eto_i_v_chem_ego_preimuchshestvo) (дата обращения: 17.04.2021).
10. *Smart* или не Smart: нужны ли в России фабрики XXI века / РБК Pro. URL: <https://pro.rbc.ru/demo/5c98a1439a7947498e488784> (дата обращения: 15.04.2021).
11. *Antonoli D., Marzucchi A., Montresor S.* Regional Innovation Policy and Innovative Behaviour: Looking for Additional Effects // European Planning Studies. 2014. Vol. 22. N. 1. P. 64–83.

12. Magdalena K. Wyrwicka, Beata Mrugalska. "INDUSTRY 4.0" - Towards Opportunities and Challenges of Implementation // DEStech Transactions on Engineering and Technology Research https 24th International Conference on Production Research (ICPR 2017). 2018. P. 382–387. URL: //www. researchgate.net/publication/322449256\_INDUSTRY\_40TOWARDS OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF IMPLEMENTATION (дата обращения: 12.04.2021).
13. Тараскина Ю. В., Шендо М. В., Гордиенко С. О. Формирование эффективного механизма управления инновационным развитием региона // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Экономика. 2021. № 2. С. 88–97.
14. Мерзликina Г. С. Исследование интеллектуального капитала для умного производства // Стратегическое управление развитием цифровой экономики на основе умных технологий: моногр. / под ред. А. В. Бабкина. СПб.: Политех-Пресс, 2021. С. 389–423.
15. Ragnedda M., Ruiu M. L., Addeo F. Measuring Digital Capital: An empirical investigation // New Media and Society. 2019. N. 1. P. 1–24.

Статья поступила в редакцию 26.07.2021

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Галина Степановна Мерзликina* – д-р экон. наук, профессор; профессор кафедры менеджмента и финансов производственных систем; Волгоградский государственный технический университет; Россия, 400005, Волгоград; merzlikina@vstu.ru.



## ECONOMIC EFFICIENCY OF SMART PRODUCTION: FROM TARGETS TO REGULATIONS

*G. S. Merzlikina*

*Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russian Federation*

**Abstract.** The article deals with the problems of assessing the economic efficiency of smart production and ways to resolve them. It has been found that Smart Manufacturing is currently becoming a goal in itself and a guarantor of successful development of industrial business. A comparative analysis of scientific publications to clarify the content of the concept of Smart Manufacturing is carried out, it is revealed that it is necessary to distinguish between intelligent and smart production, which are currently used as synonyms. Analysis of the practice of organizing smart manufacturing has shown that often the process of creating Smart Manufacturing pursues the goal of participating in a popular, useful process with the expectation of future “blurry” positive results; but there are also the actual results in the form of cost savings (better organization of the production process), an increase in production and an increase in labor productivity. All enterprises and organizations quite clearly understand the process of creating a specific smart production with detailing of individual stages, therefore, the specific goals of Smart Manufacturing should be specified taking into account a specific enterprise, but at the same time, standardized for the possibility of a comparative assessment of economic efficiency. It has been proved that traditional economic indicators of efficiency are used to assess the economic efficiency of Smart Manufacturing; but for the organization it is necessary to form a special system of performance indicators based on the theory of management by goals. It is determined that the main factor of Smart Manufacturing is innovative capital, since smart manufacturing is innovative by definition. Possible options for the formation and combination of goals and objectives of Smart Manufacturing and innovation capital are considered. The content and structure of the regulation for assessing the economic efficiency of Smart Manufacturing are proposed.

**Key words:** Smart Manufacturing, smart production, intelligent production, economic efficiency, goal setting, regulations.

**For citation:** Merzlikina G. S. Economic efficiency of smart production: from targets to regulations. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics.* 2021;3:17-27. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5537-2021-3-17-27.

REFERENCES

1. Fridag Kh. R., Shmidt V. *Sbalansirovannaia sistema pokazatelei* [Balanced score system]. Moscow, Omega-L Publ., 2011. 144 p.
2. Val'dkhauzen M., Akhvenainen E. «Umnoe proizvodstvo»: pervye shagi [Smart manufacturing: first steps]. *Avtomatizatsiia proektirovaniia. Ratsional'noe upravlenie predpriiatiem*, 2017, no. 2, pp. 44-46.
3. Zhemchugov A. M., Zhemchugov M. K. Sovremennaia organizatsiia: derevo tselei – derevo strategii [Modern organization: tree of goals - tree of strategies]. *Problemy ekonomiki i menedzhmenta*, 2013, no. 5 (21), pp. 21-35.
4. Andre Compt-Sponville. *Dictionnaire philosophique*. Paris, Presses universitaires de France, 2011. 646 p. (Russ. ed.: Kont-Sponvil' A. Filozofskii slovar' / per. s fr. E. V. Golovinoi. M.: Eterna, 2012. 752 s.).
5. Klaus-Dieter Thoben, Stefan Wiesner, Thorsten Wuest. «Industrie 4.0» and Smart-Manufacturing - A Review of Research Issues and Application Examples. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/312069858\\_Industrie\\_40\\_and\\_Smart\\_Manufacturing\\_-\\_A\\_Review\\_of\\_Research\\_Issues\\_and\\_Application\\_Examples](https://www.researchgate.net/publication/312069858_Industrie_40_and_Smart_Manufacturing_-_A_Review_of_Research_Issues_and_Application_Examples) (accessed: 07.07.2021).
6. *Chem otlichaetsia um ot intellekta* [Difference between mind and intellect]. The Difference.ru. Available at: <https://thedifference.ru/chem-otlichaetsya-um-ot-intellekta/> (accessed: 29.04.2021).
7. *INDUSTRIE 4.0 – umnoe proizvodstvo budushchego (Gosudarstvennaia Hi Tech Strategiiia 2020, Germaniia)* [INDUSTRIE 4.0 - smart production of the future (State Hi Tech Strategy 2020, Germany)]. Available at: [https://json.tv/tech\\_trend\\_find/industrie-40-umnoe-proizvodstvo-buduschego-gosudarstvennaya-hi-tech-strategiya-2020-germaniya-20160227025801](https://json.tv/tech_trend_find/industrie-40-umnoe-proizvodstvo-buduschego-gosudarstvennaya-hi-tech-strategiya-2020-germaniya-20160227025801) (accessed: 18.04.2021).
8. *Smart Factory – umnoe proizvodstvo* [Smart Factory - smart manufacturing]. IT-Enterprise. Available at: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/smart-factory> (accessed: 04.05.2021).
9. Sokolov D. *Umnoe proizvodstvo – chto eto i v chem ego preimushchestvo?* [Smart production - what is it and what is its advantage?]. Available at: [http://zvt.abok.ru/articles/792/Umnoe\\_proizvodstvo\\_\\_chto\\_eto\\_i\\_v\\_chem\\_ego\\_preimuchshestvo](http://zvt.abok.ru/articles/792/Umnoe_proizvodstvo__chto_eto_i_v_chem_ego_preimuchshestvo) (accessed: 17.04.2021).
10. *Smart ili ne Smart: nuzhny li v Rossii fabriki XXI veka* [Smart or not Smart: Russia need factories of XXI century?]. RBK Pro. Available at: <https://pro.rbc.ru/demo/5c98a1439a7947498e488784> (accessed: 15.04.2021).
11. Antonioli D., Marzucchi A., Montresor S. Regional Innovation Policy and Innovative Behaviour: Looking for Additional Effects. *European Planning Studies*, 2014, vol. 22, no. 1, pp. 64-83.
12. Magdalena K. Wyrwicka, Beata Mrugalska. “INDUSTRY 4.0” - Towards Opportunities and Challenges of Implementation. *DEStech Transactions on Engineering and Technology Researchhttps 24th International Conference on Production Research (ICPR 2017)*. 2018. Pp. 382-387. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/322449256\\_INDUSTRIY\\_40TOWARDS OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF IMPLEMENTATION](https://www.researchgate.net/publication/322449256_INDUSTRIY_40TOWARDS OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF IMPLEMENTATION) (accessed: 12.04.2021).
13. Taraskina Iu. V., Shendo M. V., Gordienko S. O. Formirovanie effektivnogo mekhanizma upravleniia innovatsionnym razvitiem regiona [Developing effective mechanism for managing innovative development of region]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2021, no. 2, pp. 88-97.
14. Merzlikina G. S. *Issledovanie intellektual'nogo kapitala dlia umnogo proizvodstva. Strategicheskoe upravlenie razvitiem tsifrovoi ekonomiki na osnove umnykh tekhnologii: monografiia* [Research of intellectual capital for smart production. Strategic management of development of digital economy based on smart technologies: monograph]. Pod redaktsiei A. V. Babkina. Saint-Peterburg, Politekh-Press, 2021. Pp. 389-423.
15. Ragnedda M., Ruiu M. L., Addeo F. Measuring Digital Capital: An empirical investigation. *New Media and Society*, 2019, no. 1, pp. 1-24.

The article submitted to the editors 26.07.2021

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Galina S. Merzlikina** – Doctor of Economics, Professor; Professor of the Department of Management and Finance of Production Systems; Volgograd State Technical University; Russia, 400005, Volgograd; merzlikina@vstu.ru.

