

УДК 316.334.2+338.24

UDC 316.334.2+338.24

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА****SYSTEMS OF AUTOMATED PROCESS
MANAGEMENT OF TIMBER PRODUCTION**

Мануковский Андрей Юрьевич
д.т.н., доцент

Manukovskiy Andrey Yuryevich
Dr.Sci.Tech., associate professor

Макеев Виктор Николаевич
к.т.н., профессор
*Воронежская государственная лесотехническая
академия, Воронеж, Россия*

Makeev Viktor Nikolaevich
Cand.Tech.Sci., professor
*Voronezh State Academy of Forestry and Technolo-
gies, Voronezh, Russia*

В статье говорится о совершенствовании эргатиче-
ских систем автоматизированного управления про-
цессами лесопромышленного производства

The development of ergatic systems of automted pro-
cess management of timber production is represented
in the article

Ключевые слова: СИСТЕМА АВТОМАТИЗИ-
РОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ, ОБРАТНАЯ
СВЯЗЬ, ЭРГАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА,
ОПЕРАТОР, ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЕ
ПРОИЗВОДСТВО

Keywords: AUTOMATED MANAGEMENT
SYSTEM, FEEDBACK, ERGATIC SYSTEM,
OPERATOR, TIMBER PRODUCTION

Во всех системах автоматизированного управления процессами лесопромышленного производства, и особенно в таких, как система автоматизированного управления подъемно-транспортными устройствами (ДУ–дистанционное управление; ДПУ–дистанционно-программное управление, ПУ–программное управление, ГДПУ – групповое дистанционно-программное управление) [1] и системы диспетчерского управления процессами на всех фазах лесопромышленных предприятий лесного комплекса (ЦУТПЛС – централизованное управление технологическими процессами лесных складов, ЦДУПП– централизованное диспетчерское управление производственным процессом, СИОДУ – система информационно-оперативного диспетчерского управления, ИОДС – информационно-оперативная диспетчерская служба) [2]. Как было установлено, существенную роль в их оптимизации играет обратная связь. То есть обратная связь допускающая саморегулирование в эргатических системах автоматизированного управления (ЭСАУ), может предоставлять информацию разных типов (подтверждение и точность ответа, его последствия, данные о состоянии окружающей среды и системы и т.п.). Она может служить в каче-

стве руководства, мотивировать и поощрять оператора-диспетчера, принимать определенные решения по поставленным задачам .

Обратная связь (ОС) имеет существенное значение для регулирования работы ЭСАУ и деятельности оператора-диспетчера в ней. При этом цели оператора находятся в сложном соотношении с эффектом обратной связи и могут снижать этот эффект. Как для оператора (диспетчера), так и для эргатической системы в целом информация, передаваемая по ОС, всегда сравнивается с ответами самого оператора (диспетчера) команды или результирующими данными самой эргатической системы автоматизированного управления. В однооператорной эргатической системе (ГДПУ) оператор получает по ОС информацию, касающуюся его собственных ответов; в многооперативной эргатической системе (СИОДУ) его (старшего диспетчера), может интересовать деятельность всей команды (диспетчеров всех производственных подразделений предприятия).

Оператор (диспетчер), устанавливающий ОС, не наблюдает ее непосредственно, однако ощущает действие обратной связи по предъявляемым стимулам (например, устройство отображение информации–мнемосхема пульта управления) и результатам влияния этих стимулов. Исследователь деятельности оператора (диспетчера) в области обратной связи не может быть полностью уверен в том, что ОС в действительности воспринимается оператором (диспетчером) так, как он ее понимает. Он (исследователь) должен учитывать влияние обратной связи на ответы оператора (диспетчера) и результирующие данные эргатической системы АУ, чтобы решить эффективно ли то, что он (оператор) представляет себе в качестве ОС [3,4]. В самом общем смысле обратная связь является информацией о последствиях тех или иных действий. Одновременно оператор (диспетчер) использует полученную оценку, чтобы руководствоваться ею при выполнении своего следующего действия. В связи с эти эффект обратной связи связан не только с предыдущими, но и последующими действиями опера-

тора-диспетчера. Свою способность модифицировать деятельность ОС исследователь реализует следующими способами: 1) направляя изменения в действиях, выполняемых оператором, и руководя ими с тем, чтобы они удовлетворяли требованиям эргатической системы АУ; 2) создавая мотивацию для того, чтобы оператор (диспетчер) приспособливал получаемые им результаты к другим целям; 3) поощряя определенные модели ответов, которые представляются оператору точными или успешными.

Эти функции можно также в качестве критериев эффективности информации обратной связи, определяемой в основном тем, насколько успешно она (ОС) направляет и поощряет правильные ответы, и создает мотивацию для более производительного труда оператора (диспетчера). Обратная связь может обеспечивать разные типы информации, касающиеся корректности подтверждения и последствий ответа, а также состояния эргатической системы АУ. Обратная связь включает в себя любую информацию о состоянии оператора (диспетчера), системы или среды, представляющих собой результат действий данной эргатической системы, на основе которых можно осуществлять необходимое регулирование ОС, вероятно, важнее в недетерминированных чем структурированных (детерминированных) системах. Если операционные процессы запрограммированы заранее, они должны предусматривать, по крайней мере, наличие некоторых информационных (например, сигналов на пульте управления), обеспечиваемой с помощью ОС. С другой стороны в вероятностных (неопределенных) ситуациях ОС может быть единственной основой руководящей оператором в выборе одной из альтернатив. Информация, получаемая через обратную связь, не автоматически руководит, мотивирует или поощряет – эти функции определяются тем как оператор (диспетчер) интерпретирует информацию. Обратная связь подтверждения ответа (ОСпо). В деятельности оператора (диспетчера) эргатической системы АУ обратная связь подтверждения ответа играет существенную роль, так как предъявляемая опе-

ратору информация о том, что он (оператор) действительно выполнил ту или иную операцию обозначается только ОСпо. Например, после того как оператор ГДПУ нажал на кнопку переключателя с надписью вкл. и подал напряжение на пульт управления загорается лампочка соответствующего индикатора. Поскольку ОСпо ничего не говорит о более отдаленных последствиях предпринятого действия, сфера ее применения крайне ограничена.

Информация о корректности или некорректности ответа оператора требуется тогда, когда возможны альтернативные ответы и правильный выбор ответа оператору заранее неизвестен. Например, ответ оператора (диспетчера) в процессе его обучения (подготовки) обычно сопровождается указанием на корректность или некорректность ответа. ОСко (обычно называемая «усиленной обратной связью») применяется лишь в ситуации подготовки (обучения) оператора (диспетчера) на специальном тренажере, имитирующем пульт управления эргатической системы или непосредственно на рабочем месте (в операторской или диспетчерской).

Информация о последствиях предпринятых действий может иметь место, например, в такой ситуации САГУ, когда за поворотом тумблера следует включение двигателя на разжатие челюстей торцевого грейфера и оператор видит как они (челюсти) расходятся. В зависимости от поставленной задачи – взятие из накопителя определенной длины сортимента, оператор раздвигает челюсти грейдера до нужного размера. Таким образом, ОСпос включает в себя описанные выше функции, и она подтверждает ответ, сделанный оператором, т.е. ОСпос может быть проверена лишь по его последствиям. Обратная связь последствий ответов, как видно, может помочь оператору сделать правильный выбор следующего ответа. Получив заданную величину раскрытия челюстей грейфера, оператор опускает его на пачку сортиментов и дает команду (тумблером) на сжатие их (челюстей) для взятия этой пачки. Информация об условиях, определяющих

состояние данной эргатической системы АУ или о внешней среде, знание которых позволяет оператору (диспетчеру) выполнить то или иное действие, обозначается, как обратная связь состояния системы (ОСсс). ОСсс тем и отличается функционально от других видов обратных связей, что она не обязательно, а часто и совсем не отражает следующее непосредственно за некоторым стимульным воздействием событие или реакцию на специфическое действие оператора (диспетчера).

Обратная связь состояния системы может отражать последствия, возникшие в результате действий оператора (диспетчера), выполненных гораздо раньше. В эргатических системах АУ лесопромышленных предприятий вместе с вышеназванными типами ОС необходимо различать внутреннюю и внешнюю обратную связь. Внутренняя ОС обычно понимается как нечто, присущее действиям оператора (диспетчера) как таковым. Проще внутренняя ОС означает, что информация или сигналы, на основе которых оператор (диспетчер) интерпретирует информацию, получаемую через данную ОС, понимается как часть обратной связи или как нечто, коррелирующее с действиями, которые создают ее (обратную связь). При интерпретации, внутренняя ОС существует лишь как физиологический коррелят индивидуального ответа, и поэтому не имеет точного аналога на уровне самой эргатической системы. С другой стороны, если внутренняя ОС представляет собой часть целой системы (например, САГУ), то «человек-оператор-ПТУ» включает в себя внутреннюю ОС. Например, информацию, описывающую состояние данной системы (САГУ), можно считать внутренней, поскольку она заложена в самой ситуации (т.е. отражается на мнемосхеме пульта управления используемой в заданном порядке); такая информация представляет собой ОС, поскольку описывает последствия операций, выполняемых данной эргатической системой (включая обслуживающий персонал–строповщики, подсобные рабочие сортировочной линии и т.п.).

Внешняя обратная связь не заложена в действиях оператора (диспетчера) или операциях самой системы, а поступает из внешних источников. Например, информация, характеризующая состояние штабелей круглых лесоматериалов, обслуживаемых нашей эргатической системой. Внешняя ОС обычно считается корректной, потому, что внешний (информирующий) источник не станет произвольно передавать дезинформацию. Внутренняя ОС также должна быть совершенно правдивой, поскольку она не находится под сознательным контролем оператора. Однако в обоих случаях информация, получаемая через ОС, может быть неполной или неточной или восприятие и понимание ОС оператором (диспетчером) может быть не вполне точным. Обратная связь может и не соответствовать действительности в том смысле, что ее интерпретация оператором неточно отражает «объективную истину». Например, оператор ГДПУ может не совсем точно определить заполненность накопителя сортировочной линии на большом расстоянии от операторской. Такое может случиться даже тогда, когда ОС предположительно характеризует ответы самого оператора и его собственной эргатической системы.

Структурные переменные величины относятся ко всем видам обратной связи, которые характерны для эргатических систем автоматизированного управления. Наиболее важные из них в определенный момент времени характеризуют способ предъявления обратной связи. Временные переменные величины. Обратная связь может варьировать по скорости появления ее стимулов, вызванных определенными действиями оператора (диспетчера) или изменениями состояния системы, которое должно быть отображено на мнемосхеме (дисплее).

Опираясь на данные [5], можно предположить, что ОС тем эффективнее гарантирует правильность последующего ответа оператора, чем скорее она следует за предыдущим ответом его или изменением в состоянии эргатической системы. Если между действием и его ОС оказывается

продолжительный интервал, у оператора (диспетчера) появляется дополнительная задача – вспомнить связь между тем и другим. Интервал, который может быть заполнен другими действиями оператора или изменениями в самой системе, может исказить производимую оператором интерпретацию связи между его ответами и обратной связью.

Инерционность ОС может варьировать от долей секунды, если она относится к физиологическим данным, связанных с индивидуальным ответом оператора (диспетчера), до нескольких минут в эргатических системах. Оператор, который контролирует внешнюю ОС, может определять длительность ее интервала. Обычно ОС достаточно быстро следует за каким-либо действием или событием. Если иметь в виду внутреннюю ОС, то характер действия, задача или среда обычно определяют интервал ее (ОС). В таком случае прежде всего необходимо определить, какие именно системные факторы увеличивают замедление ОС.

Исследователи человеческих факторов (операторов-диспетчеров) должны быть в первую очередь заинтересованы в определении максимально допустимого интервала, а также в исследовании влияния на деятельность оператора задержки ОС. Возникает вопрос: «Какова в таком случае минимальная частота и минимальный объем ОС, которые необходимы для нормальной работы оператора и эффективного функционирования самой эргатической системы?». Причем этот вопрос имеет большое значение как в ситуации обучения (адаптации) оператора, так и в процессе реальных системных операций. От степени контроля над другими параметрами ОС зависит возможность регулирования ее (ОС) частоты и объема. При исследовании эргатических систем АУ лесопромышленного производства в первую очередь необходимо определить ту область, в пределах которой обратная связь должна и может подвергаться контролю.

Качественные переменные величины. Эти переменные включают в себя специфичность и релевантность обратной связи. Специфичность

определяется двумя факторами. Во-первых, различием между количественной и качественной (выходной) информацией. Например, при взятии пачки лесоматериалов из определенного накопителя сортировочной линии оператор ГДПУ видит, что данный накопитель полностью заполнен (качественная ОС) или он видит, что в накопителе лесоматериалов всего на одну пачку (количественная). Во-вторых, более детальные информационные категории, частично совпадающие с объемом информации и являющиеся дополнительными параметрами ОС, могут дать о ней дополнительную информацию. И наконец, вполне очевидно, что чем специфичнее ОС, тем эффективнее она выполняет руководящую функцию. Поэтому при исследовании эргатической системы АУ необходимо определить насколько эффективность обратной связи повышается в результате усиления ее специфичности.

Релевантность определяется логикой отношений (воспринимаемых оператором эргатической системы) между обратной связью и действием (оператора), включающим ОС. Чем яснее эти отношения, тем точнее будет обратная связь руководить дальнейшими действиями оператора системы. Обычно релевантность выдвигает перед оператором системы незначительное количество проблем, но на этот фактор могут оказывать негативное влияние многие другие факторы, такие, как задержка ОС, параметры многократной ОС и альтернативные критерии оценки.

Нерелевантная обратная связь не является серьезной проблемой при обучении (адаптации) оператора (диспетчера), поскольку обучающий всегда может установить контроль над релевантностью ОС. Однако в операциях, выполняемых недетерминированными системами (ДПУ, ГДПУ, ПУ и т.п.), располагающими более слабым над предъявляемой оператору ОС, логическая связь, определяющая релевантность, может носить скрытый характер. Релевантность с трудом поддается экспериментальному анализу и представляет собой субъективную категорию, связанную с ценностными

представлениями оператора эргатической системы. Однако, экспериментально можно обнаружить насколько важны временные, количественные и качественные факторы вообще, для чего следует проверить, как эффективность обратной связи изменяется в зависимости от изменения значений названных факторов. Обратная связь в рассматриваемых эргатических системах АУ лесопромышленного производства [2] предьявляется с помощью мнемосхемы (табло), телевизора, прямым и косвенным вербальным контактом или с помощью текстов. Вопрос для исследования заключается в том, какое средство является наиболее эффективным.

В любом варианте всякий оператор (диспетчер) должен получать через ОС лишь такую информацию, которую он может использовать непосредственно в работе. Но в определенных специфических для эргатической системы обстоятельствах может появиться необходимость в ОС, описывающей операции команды, системы или подсистемы. В таком случае необходимо (исследователю) прежде всего решить задачу каким образом оператор (диспетчер) может наиболее эффективно использовать командную или системную обратную связь и насколько последняя (ОС) эффективна для его (оператора) деятельности и функционирования самой эргатической системы, если она (ОС) обычным образом интерпретируется относительно индивидуальных действий оператора (диспетчера). При этом следует рассмотреть также характер задачи и способ организации подзадач. Важность частоты, специфичности и объема обратной связи растет по мере увеличения сложности задачи или при переходе от высокоструктурированных задач к задачам вероятностного характера (см. научный отчет за 2007 год). Однако обратная связь, описывающая задачу и изменения в эргатической системе на более укрупненном уровне, включается или должна включаться, по крайней мере, с такой же частотой, как и ОС для детализированных ответов [5]. Во многих случаях обратная связь положительно влияет на деятельность оператора. Однако увеличение эффективности деятельности

оператора, вызванное воздействием ОС, особенно часто проявляется при выполнении психомоторных (например, связанных со слежением – взятие пачки лесоматериалов из штабеля) и относительно простых задач, а также в ситуации обучения (адаптации) оператора. Попытки внедрить обратную связь в сферу реальных задач могут привести к противоречивым результатам. Более того, измерение эффективности ОС часто бывает специфичным для определенной задачи и измеряемого параметра эффективности деятельности оператора. При исследовании временных влияний на обратную связь необходимо различать: 1) интервал времени, предшествующий ОС (между предыдущим ответом и ОС на данный ответ) и 2) интервал времени, следующий за ОС (между поступлением информации по ОС и предъявлением следующего стимула).

В обоих случаях на основе теории подкрепления [5] можно гипотетически предположить, что чем продолжительнее интервал времени ОС, тем менее эффективна деятельность человека-оператора. К тому же временной интервал, предшествующий ОС, влияет на поощрение предыдущего ответа оператора-диспетчера, а интервал, следующий за ОС оказывает предупреждающее воздействие на следующий ответ оператора.

Литература

1. Макеев, В.Н. Оптимизация автоматизированных систем управления подъемно-транспортными устройствами на лесных складах [Текст]: Монография /В.Н.Макеев; – Воронеж: ВГУ, 1991.–166 с.
2. Макеев, В.Н. Совершенствование управления транспортно-грузовыми процессами лесопромышленных производств [Текст]: Монография /В.Н.Макеев; – Воронеж, ВГЛТА, 2005.–117 с.
3. Макеев, В.Н. Исследование процесса штабелевки и погрузки лесоматериалов консольно-козловыми кранами с дистанционно-программным управлением [Текст]: дис.канд.техн. наук 05.21.01 /В.Н.Макеев–Воронеж, ВГЛТИ 1970,–198 с.
4. Булавин, Н.И. Исследование процесса штабелевки и погрузки лесоматериалов крановыми установками при групповом управлении [Текст]: дис...канд.техн.наук 05.21.01 /Н.И.Булавин Минск Белорусский технологический институт, 1980, – 187 с.

5.Шеридан, Т.Б. Системы человек-машина. Модели обработки информации, управления и принятия решения человеком-оператором [Текст]: /Т.Б.Шеридан, У.Ф.Феррелл,–М: Машиностроение, 1989.–399 с.