

## РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

Стешина Л.А., Петухов И.В., Стешин И.С., Курасов П.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: [info@volgatech.net](mailto:info@volgatech.net)

Профессиональная подготовка операторов любых динамических объектов, к которым относятся и транспортно-технологические лесные машины, представляет собой достаточно нетривиальный процесс, включающий как теоретическую, так и практическую составляющую. При этом эффективность практического обучения зависит не только от мотивации и ответственности обучающегося, но и от особенностей организации его нервной системы, которые характеризуют индивидуальность обучающегося. Формирование профессионально важных качеств, которые впоследствии определяют эффективность трудовой деятельности, является крайне актуальной задачей современного профессионального обучения. Востребована разработка новых способов подготовки операторов динамических объектов, учитывающих специфику профессиональной деятельности и максимально ориентированных на развитие конкретных профессионально важных качеств. В статье представлен подход к разработке новых способов подготовки операторов, основанный на моделировании целенаправленной деятельности. Представлены примеры разработки таких способов, ориентированных на развитие таких качеств, как зрительно-моторная координация, способность к зрительно-моторному слежению, пространственное мышление и точность идентификации объекта. Все способы полностью автоматизированы и не требуют применения специального оборудования. Полученные результаты могут быть внедрены в состав тренажерных комплексов и быть использованы при подготовке операторов.

Ключевые слова: лесные машины, оператор, профессионально важные качества, профессиональная подготовка.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-29-01576, <https://rscf.ru/project/22-29-01576/> по тематике «Методология проектирования интеллектуальных средств оценки, контроля и управления качеством работы операторов лесозаготовительных машин».*

## DEVELOPMENT OF METHODS FOR TRAINING FORESTRY MACHINERY OPERATORS

Steshina L.A., Petukhov I.V., Steshin I.S., Kurasov P.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO " Volga State University of Technology ", Yoshkar-Ola, e-mail: [info@volgatech.net](mailto:info@volgatech.net)

Professional training of operators of any dynamic objects, which include transport and technological forestry machines, is a rather non-trivial process, including both theoretical and practical components. At the same time, the effectiveness of practical training depends not only on the motivation and responsibility of the student, but also on the characteristics of the organization of his nervous system, which characterize the individuality of the student. The formation of professionally important qualities, which subsequently determine the effectiveness of work activity, is an extremely urgent task of modern vocational training. There is a demand for the development of new methods of training operators of dynamic objects, taking into account the specifics of professional activity and maximally focused on the development of specific professionally important qualities. The article presents an approach to the development of new methods for training operators, based on modeling of goal-oriented activities. Examples of the development of such methods are presented that are focused on the development of such qualities as hand-eye coordination, the ability of visual-motor tracking, spatial thinking and the accuracy of object identification. All methods are fully automated and do not require the use of special equipment. The results obtained can be incorporated into training complexes and used in operator training.

Keywords: forest machines, operator, professionally important qualities, professional training.

*The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-29-01576, <https://rscf.ru/project/22-29-01576/> on the topic "Methodology for the design of intelligent tools for assessing, monitoring and managing the quality of work of forestry machine operators."*

Вопросы, связанные с профессиональным становлением субъекта в условиях современных представлений об организации производственной деятельности,

рассматриваются сегодня через призму самых различных теоретических, методологических и даже онтологических подходов.

Это обусловлено, прежде всего, сложностью описания и формализации профессиональной деятельности человека. При этом чем сложнее объект управления, тем сложнее формализация взаимодействия человека-оператора с технической системой.

Дополнительную сложность добавляет и сам человек-оператор, являясь достаточно нестабильной системой, с многочисленными контурами саморегулирования и изменяющимся целеполаганием [1].

В связи с этим вопросы профессиональной подготовки, профессионального становления крайне актуальны, особенно в разгар четвертой промышленной революции [2].

Целью исследования является разработка способов подготовки операторов сложных динамических объектов на примере операторов лесных машин.

Анализ литературы свидетельствует, что классический терминологический аппарат профессиональной подготовки и такие понятия, как «профессионально важные качества» (ПВК), «компетенции», «эффективность профессиональной деятельности», подвергаются уточнению и экспликации, что, по факту, приводит и к изменению и самой методологии подготовки.

Толочек В.А. трактует ПВК как функциональные системы, формирующиеся на основе профессиональных способностей в процессах выполнения разнообразных задач профессиональной деятельности. При этом отмечается необходимое условие успешности профессиональной деятельности, в качестве критериев которой автор предлагает критерии эффективности, стабильности и надежности [3].

Карпов А.В. в структуре ПВК выделяет четыре основные группы, определяющие конечную структуру профессиональной пригодности: отсутствие профессиональных противопоказаний, абсолютные ПВК (необходимые для выполнения деятельности на минимально допустимом уровне), относительные ПВК (свойства, определяющие выполнение деятельности на высокопрофессиональном уровне), мотивационные ПВК (позволяющие компенсировать недостаточный уровень развитости иных ПВК) [4].

Известны подходы выделения в структуре профпригодности отдельно ПВК и отдельно метапрофессионально важных качеств [5]. Цымбалюк А.Э. и Виноградова В.О. отмечают важность так называемых soft skills, представлена их структура и связь с ПВК, компетенциями и специальными компетенциями [6].

Известна модель подготовки специалистов на основе компетентного подхода [7]. В данной статье предложен подход к формализации специальной компетентности через анализ предметной области профессиональной деятельности. Авторы отмечают необходимость

дальнейшей формализации компетенций общей компетентности, а также разработку общей методологии построения компетентностной модели профессиональной деятельности.

При этом в ряде работ противопоставляются известные подходы оценки профессиональной пригодности индивидуума. Так, отмечается, что ПВК-подход характеризуется крайне высокой степенью обобщения, высокой инерционностью в части обновления профиограмм. Компетентностному же подходу присуща подмена научного изучения феноменов обобщением суждений экспертов-практиков [8].

Через профессионально важные качества сегодня рассматривают структуру профессиональной пригодности летчиков и иных авиационных специалистов [9], сотрудников правоохранительных органов [10], инженерно-технических кадров [11], педагогов [12; 13], спортсменов [14] и многих других.

В связи с этим развитие ПВК может считаться базовой основой профессиональной подготовки, на которую впоследствии накладываются знания и умения, а также надпрофессиональные навыки и soft skills навыки.

#### **Методологические подходы**

Обобщая вышеизложенное, очевидно, что приобретает важность задача выбора ПВК, а также способов подготовки операторов динамических объектов, учитывающих специфику профессиональной деятельности и максимально ориентированных на развитие конкретных профессионально важных качеств.

В качестве основы выбора ПВК, требующих развития, может быть использована модель операторских действий. Согласно данному подходу, профессиональная деятельность оператора в соответствии с технологической картой разбивается на определенное количество операций, как показано на рис. 1, где для каждой технологической операции выделяется длительность сенсорного, когнитивного и моторного реагирования.

В этом случае можно для каждого полного технологического цикла выделить совокупную длительность сенсорного, когнитивного и моторного реагирования, что позволяет судить о длительности данных процессов в целом.

Процедуры выбора ПВК могут осуществляться через соответствующие профиограммы или специально разработанными методами выбора ПВК на основе матриц связанности и многокритериального выбора [15].

Оценка каждого ПВК осуществляется посредством тестирования, причем рекомендуется при выборе соответствующих тестов руководствоваться следующими правилами:

- каждый ПВК должен быть максимально «изолирован» от иных ПВК, обеспечивать возможность дифференцированность и однозначную интерпретацию;

- тесты должны быть максимально простыми и ориентироваться на простейшие сенсорные, когнитивные и моторные функции;
- тесты должны занимать минимальное время, чтобы избежать утомления испытуемых;
- тесты должны обеспечивать повторяемость тестирования без нарушения достоверности, надежность и точность измерений.

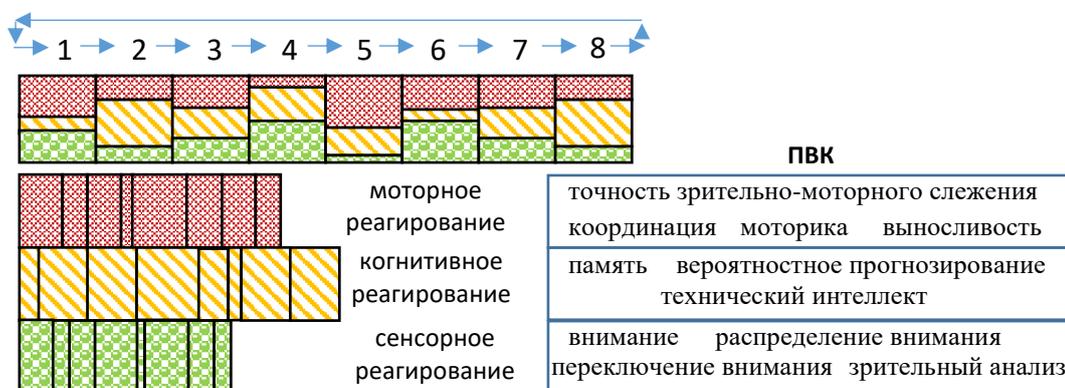


Рис. 1. Структура циклограммы профессиональной деятельности с выделением уровней операторского реагирования

Несмотря на значительное количество разработанных тестов ПВК, тестов, соответствующих данным критериям, достаточно ограниченное количество. С учетом специфики профессиональной деятельности может потребоваться адаптация известных тестов или же разработка новых.

Так, например, для оператора транспортера-погрузчика одной из решаемых типичных когнитивных задач является определение центра тяжести груза, что, согласно технологической рабочей карте, является обязательным этапом работы.

Для оценки данного ПВК предлагается новый способ, который заключается в оценке способности испытуемого определять центр тяжести линейного объекта. Можно считать, что когнитивная компонента выражается в определении центра тяжести объекта.

В части реализации разработанного способа испытуемому в произвольном месте экрана видеомонитора предъявляют отрезок произвольной длины, расположенный горизонтально. Управляя с помощью двухосевого манипулятора типа «джойстик» прицелом, испытуемый совмещает прицел с предполагаемым центром отрезка, считая, что центр отрезка соответствует центру тяжести, и нажимает кнопку «Готов». В этот момент фиксируется время, затраченное на выполнение теста, и ошибка наведения прицела. Данную последовательность действий повторяют несколько раз, каждый раз меняя длину отрезка и его положение на экране произвольным образом. По результатам испытаний вычисляют:

- время реализации моторного слежения  $T_{mc}$  по формуле:  $T_{mc} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$ ,

где  $t_i$  – время, затраченное на прохождение  $i$ -го испытания, с;  $n$  - количество испытаний;

- точность определения центра тяжести груза  $E_{мс}$  по формуле:  $E_{мс} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$ ,

где  $e_i$  – ошибка наведения прицела в  $i$ -м испытании, пункты;  $n$  - количество испытаний.

Основной оценкой эффективности прохождения теста считают точность определения центра тяжести груза.

В разработанном способе центр объекта считается центром его тяжести, что справедливо для линейных объектов, а определение центра тяжести связано, прежде всего, с глазомером испытуемого, так как испытуемый решает задачу деления отрезка на две равные части.

При этом реальные грузы далеко не всегда можно свести к линейному объекту в виде отрезка прямой. В этом случае испытуемый должен решать когнитивную задачу гораздо большей сложности, требующей помимо глазомера еще и технического интеллекта.

Модификацией описанного способа является способ оценки центра тяжести двумерного объекта. В этом случае в качестве объекта выступает двумерная фигура - многоугольник произвольной формы, предъявляемый в произвольном месте экрана видеомонитора. Весь остальной процесс оценки ПВК – аналогичен ранее представленному.

Схемы осуществления разработанных способов представлены в таблице.

Сравнение подходов оценки способности решения задачи оценки центра тяжести объекта

Тест	Схема теста	ПВК
Тест «Центр тяжести линейного объекта»	<p>предполагаемый центр тяжести</p> <p>ошибка наведения</p>	<p>Точность зрительного анализа</p> <p>Точность зрительно-моторной координации</p>
Тест «Центр тяжести двумерного объекта»	<p>предполагаемый центр тяжести</p> <p>истинный центр тяжести</p> <p>ошибка наведения</p>	<p>Точность зрительного анализа</p> <p>Технический интеллект</p> <p>Точность зрительно-моторной координации</p>

Представим блок-схему решения задачи оценки центра тяжести линейного объекта, стоящей перед испытуемым, рис. 2.

Анализ действий испытуемого свидетельствует о том, что в процессе решения задачи испытуемый на первом этапе своих действий решает задачу обнаружения и идентификации

объектов (прицела и линейного объекта), затем решает задачу грубого совмещения объектов в зону принятия решений, после осуществляет точную настройку передвижения прицела с одновременным решением зрительной задачи деления отрезка пополам.

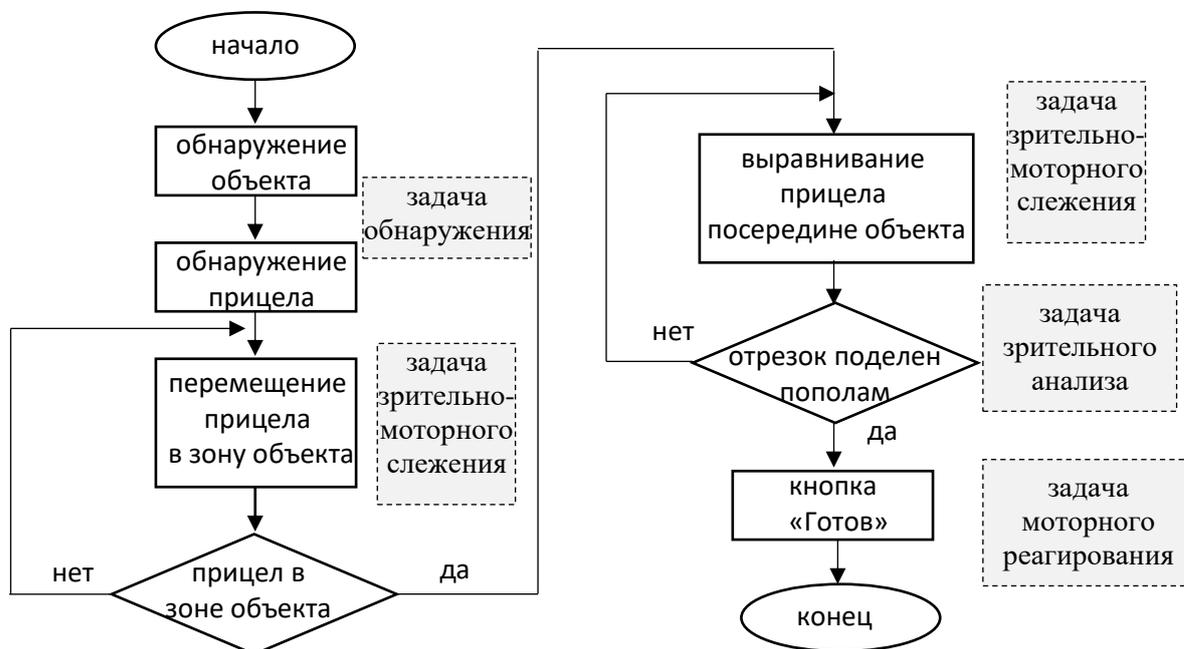


Рис. 2. Блок-схема решения задачи определения центра тяжести линейного объекта

Основной задачей испытуемого является решение зрительной задачи (равенства двух отрезков, разделенных прицелом) и задачи зрительно-моторной координации (перемещения прицела).

Аналогичным образом представим блок-схему решения задачи оценки центра тяжести двумерного объекта, стоящей перед испытуемым, рис. 3.

При решении данной задачи перед испытуемым дополнительно стоит локальная когнитивная задача идентификации формы и размеров двумерного объекта, определения точки – центра тяжести, фиксации в памяти области локализации данной воображаемой точки.

Данная задача гораздо более сложная в когнитивном плане в сравнении с задачей определения центра тяжести линейного объекта, поэтому основной задачей испытуемого является решение когнитивной задачи и задачи зрительно-моторной координации.

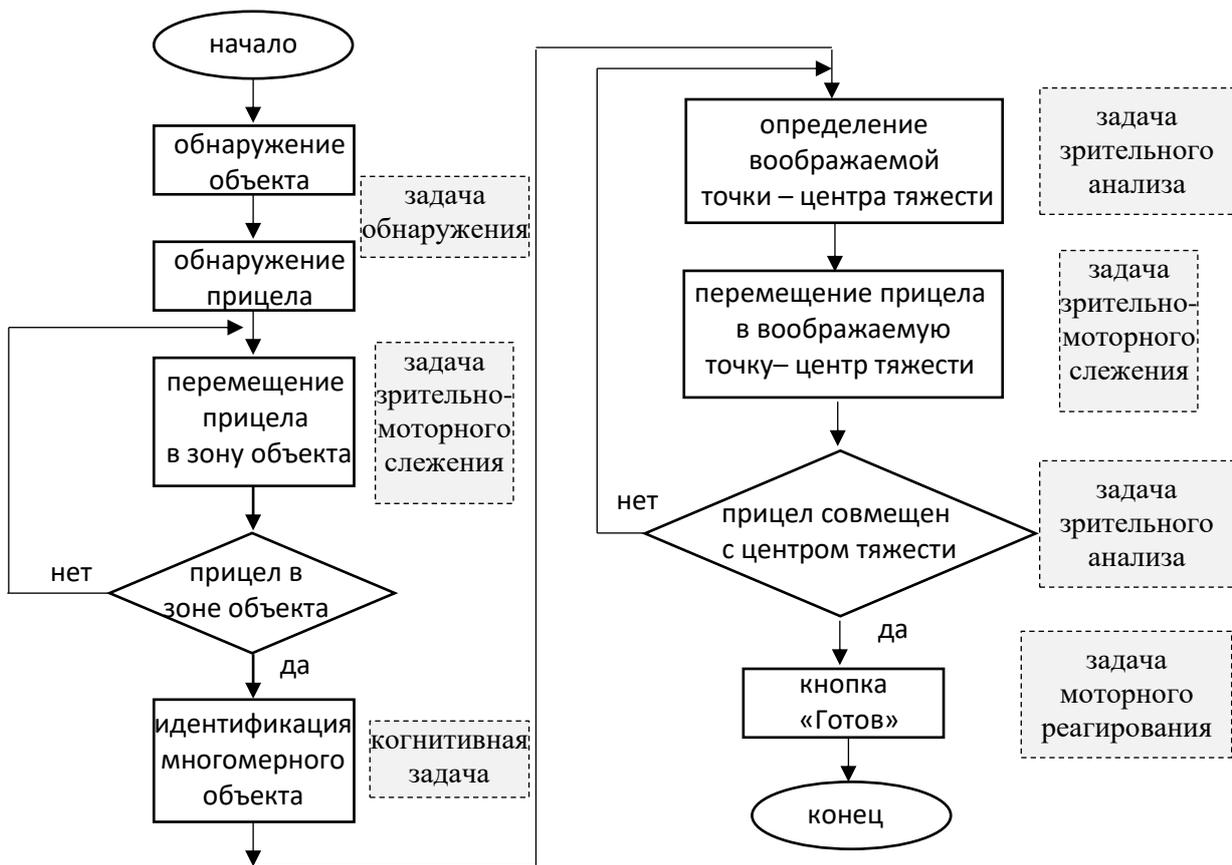


Рис. 3. Блок-схема решения задачи определения центра тяжести двумерного объекта

Таким образом, очевидно, что представленные оба способа могут быть использованы для подготовки операторов лесных машин, посредством развития отдельных ПВК, при этом набор ПВК для этих способов не идентичен.

### Заключение

Таким образом, в статье использован подход к профессиональной подготовке операторов лесных машин через развитие соответствующих ПВК. Показано, что в качестве ПВК могут быть выбраны характеристики профиограммы, однако предложен и альтернативный путь – через анализ циклограммы технологического цикла профессиональной деятельности. В соответствии с общепринятой моделью операторского реагирования, на циклограмме выделены уровни операторского реагирования, оценена их длительность и подобраны ПВК, обеспечивающие эффективность профессиональной деятельности на данных уровнях.

Предложен подход к разработке и адаптации известных способов оценки и развития соответствующих ПВК. Наглядно показано, как незначительное усложнение задачи качественно меняет сенсорную и когнитивную сложность задачи.

Основным фокусом дальнейших исследований будет проведение экспериментальных измерений в одной группе по обоим представленным способам. Предполагается, что сравнение результатов позволит выявить «изолированность» ПВК, соответствующих каждому способу. В перспективе это станет шагом дальнейшего развития способов подготовки операторов любых динамических объектов.

### Список литературы

1. Kovács G., Hőgye-Nagy Á., Kurucz G. Human Factor Aspects of Situation Awareness in Autonomous Cars—An Overview of Psychological Approaches // Acta Polytechnica Hungarica. 2021. V. 18. № 7. P. 7-24.
2. Ammirato S. et al. Still our most important asset: A systematic review on human resource management in the midst of the fourth industrial revolution // Journal of Innovation & Knowledge. 2023. V. 8. № 3. P. 100403.
3. Толочек В.А. Континуум “здатки-способности-профессионально важные качества-компетенции”: открытые вопросы // Психологический журнал. 2020. Т. 41. № 4. С. 32-45.
4. Карпов А.В. Структурно-уровневая организация индивидуальных качеств личности // Ярославский психологический вестник. 2020. № 2 (47). С. 6-13.
5. Поваренков Ю.П. Определение и классификация деятельностно важных качеств профессионала // Системогенез учебной и профессиональной деятельности. Часть I.: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции (19-20 ноября 2018 г.). Ярославль: РИО ЯГПУ, 2018. С. 22-29.
6. Цымбалюк А.Э., Виноградова В. О. Психологическое содержание soft skills // Ярославский педагогический вестник. 2019. № 6. С. 120-127.
7. Petukhov I., Steshina L. On the Professional Training Model Relying on Competency-Based Approach // Modern Journal of Language Teaching Methods. 2018. V. 8, Is. 12. P. 377-386.
8. Толочек В.А. Компетентностный подход и ПВК-подход: возможности и ограничения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2019. Т. 9. № 2. С. 123-137.
9. Засядько К.И., Вонаршенко А.П., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Язлюк М.Н. Анализ профессионально важных качеств летчиков-инструкторов и возможностей их развития // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2020. Т. 54. № 1. С. 52-56.
10. Бородина Т.И. Диагностика личностно-профессиональной предрасположенности сотрудников правоохранительных органов // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2019. № 2 (77). С. 186-194.

11. Коваленок Т.П. Современное состояние исследований профессиональных и личностных качеств инженеров // Научно-педагогическое обозрение. 2022. № 1 (41). С. 181-191.
12. Kh D.S. Psychological characteristics of formation of important professional qualities in future teachers // Information technology in industry. 2021. V. 9. № 3. P. 910-917.
13. Карпова Е.В., Коптева С.И. Формирование у будущих педагогов эмпатии как профессионального качества // Ярославский педагогический вестник. 2019. № 2. С. 114-121.
14. Polikanova I., Yakushina A., Leonov S., Kruchinina A., Chertopolokhov V. What Differences Exist in Professional Ice Hockey Performance Using Virtual Reality (VR) Technology between Professional Hockey Players and Freestyle Wrestlers? (a Pilot Study) // Sports. 2022. V. 10. № 8. P. 116.
15. Стешина Л.А. Формализация профессионального отбора операторов лесных машин // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6-1. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32323> (дата обращения: 20.11.2023).