

# КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЙ ОПЕРАТОРА ПРИ УПРАВЛЕНИИ МОБИЛЬНЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВОМ

А. Д. Курилкин

*Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева,  
Москва, Россия*

Рассмотрено применение логико-вероятностного подхода к оценке действий оператора при выполнении одного из базовых приёмов управления автомобилем — «постановка автомобиля в бокс задним ходом». Выявлена корреляция между опытом управления и количественно-качественными характеристиками действий оператора. Проведён анализ полученных данных с позиций педагогической психологии. Предложено использовать данный подход в качестве инструмента для оценки наличия у обучающихся в автошколах необходимых знаний, умений и навыков управления автомобилем.

**Ключевые слова:** оператор, автомобиль, опыт управления, алгоритм действий, логико-вероятностный подход, количественная оценка действий.

Управление мобильной техникой — сложный динамический процесс, в ходе которого оператору приходится выполнять различные технические действия и приёмы. Количество и качество реализуемых действий и приёмов в значительной степени обусловлено наличием у оператора соответствующих знаний, умений и навыков, формируемых по мере увеличения опыта взаимодействия с техникой [1].

Актуальной является **задача** по выявлению корреляции между опытом управления и количественно-качественными характеристиками действий оператора. Исходя из вышесказанного была сформулирована следующая **гипотеза**: с увеличением опыта управления автомобилем у оператора формируется определённый алгоритм действий, необходимых для выполнения того или иного технического приёма. Предполагается, что между опытом, как одной из количественных характеристик оператора, и навыком управления существует корреляция, которую можно обнаружить с помощью логико-вероятностного подхода к оценке действий оператора, предложенной Г. М. Зараковским [2] и опробованной автором [3–5].

Допустим, что алгоритм действий оператора состоит из  $N$  составляющих ( $N_0$  — количество элементарных действий и  $N_d$  — количество логических условий), распределённых соответственно по  $n_0$ - и  $n_d$ -группам. Разобьём алгоритм на комплексные группы, включающие в себя по одной группе элементарных операторов и логических условий. Пусть каждая комплексная группа содержит  $m$

составляющих алгоритма, из них  $m_0$  — элементарных операторов и  $m_d$  — логических условий.

Тогда коэффициент интенсивности рабочего процесса  $V$  вычисляется по формуле

$$V = \frac{N}{T}, \quad (1)$$

где  $N$  — число членов алгоритма;  $T$  — время реализации алгоритма.

Нормированный коэффициент логической сложности  $L_n$ , характеризующий сложность логической обработки информации и динамичность рабочего процесса, определяется следующим образом:

$$L_n = \sum_{j=1}^{n_d} \frac{N_0}{N^*} \cdot \frac{m_{nj}}{N_n} \cdot \frac{m_{nj}}{m_{ij}} = \frac{1}{N^*} \cdot \sum_{j=1}^{n_d} \frac{m_{nj}^2}{m_j}. \quad (2)$$

Степень стереотипности рабочего процесса характеризуется нормированным коэффициентом стереотипности  $Z_n$ , вычисляемым по формуле

$$Z_n = \sum_{i=1}^{n_0} \frac{N_0}{N} \cdot \frac{m_{0j}}{N_0} \cdot \frac{m_{0i}}{m_i} = \frac{1}{N^*} \cdot \sum_{i=1}^{n_0} \frac{m_{0j}^2}{m_i}. \quad (3)$$

Разбивка алгоритма на комплексные группы при вычислении  $Z_n$  производится начиная с первой группы элементарных действий, а при вычислении  $L_n$  — с первой группы логических условий, то есть предшествующая ей группа элементарных действий не учитывается.

**Объект исследования:** система «человек — машина», состоящая из оператора и легкового автомобиля.

**Предмет исследования:** наличие/отсутствие корреляции между опытом управления и количественными характеристиками действий оператора; в случае обнаружения корреляции, динамика последней.

**Эксперимент.** Перед началом эксперимента с участниками проводился вводный инструктаж по правилам безопасности, разъяснению целей и задач эксперимента. Участники были разбиты на 5 групп. В первую группу вошли операторы, проходящие обучение в автошколе и не имеющие опыта (или имеющие минимальный опыт) управления автомобилем. Вторую группу составили операторы с опытом управления менее одного года. Третья группа состояла из операторов с опытом управления от одного года до трёх лет. В четвёртую группу были набраны операторы, имеющие опыт от трёх до пяти лет. Пятая группа была сформирована из операторов с опытом управления автомобилем более пяти лет. Операторы трижды выполняли технический приём «заезд в бокс задним ходом». Действия каждого оператора при вы-

полнении приёма фиксировались на видеокамеру, установленную в салоне автомобиля. По окончании эксперимента видеозапись просматривалась, а все действия оператора заносились в рабочую таблицу. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью MS Excel [6]. Результаты представлены в таблице и на рис. 1–3.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие **выводы**:

1. Наилучшие количественно-качественные оценки получены в группе наиболее опытных операторов. Так, среднее время и среднее количество действий, необходимых оператору из пятой группы для выполнения приёма, соответственно равны 16,1 с и 14. Данные значения превосходят аналогичные показатели наименее опытного оператора почти вдвое. Сходные отношения получены и для нормированных коэффициентов стереотипности  $Z_n$  и логической сложности действий оператора.
2. Динамика значений коэффициента интенсивности действий оператора  $V$  имеет колоколообразную форму, достигая своего максимума

**Количественно-качественная оценка действий операторов**

| № п/п | Показатель                                       | Группа |       |       |       |       |
|-------|--------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|       |                                                  | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 1     | Время, с                                         | 30,4   | 23,6  | 19,3  | 17,6  | 16,1  |
| 2     | Количество КУД*                                  | 26,2   | 21,1  | 17,2  | 15,2  | 14    |
| 3     | Коэффициент интенсивности действий, $V$          | 0,862  | 0,894 | 0,891 | 0,864 | 0,870 |
| 4     | Коэффициент стереотипности действий, $Z_n$       | 0,252  | 0,303 | 0,361 | 0,403 | 0,443 |
| 5     | Коэффициент логической сложности действий, $L_n$ | 0,415  | 0,322 | 0,261 | 0,233 | 0,213 |

\* КУД — контрольно-управляющие действия.

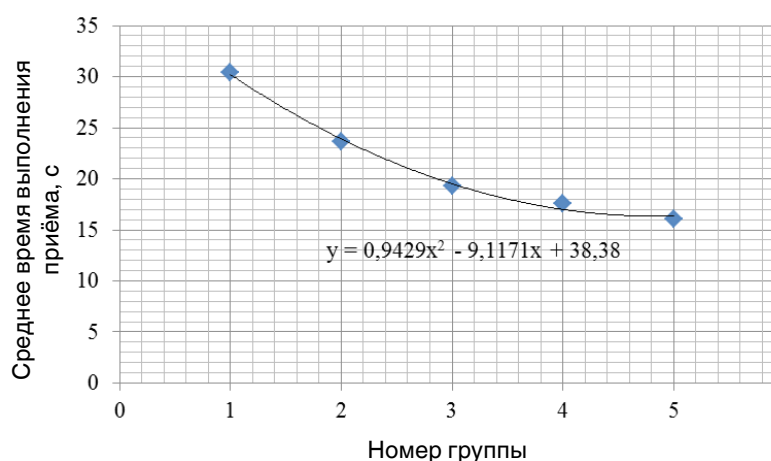


Рис. 1. Зависимость времени выполнения приёма от опыта управления

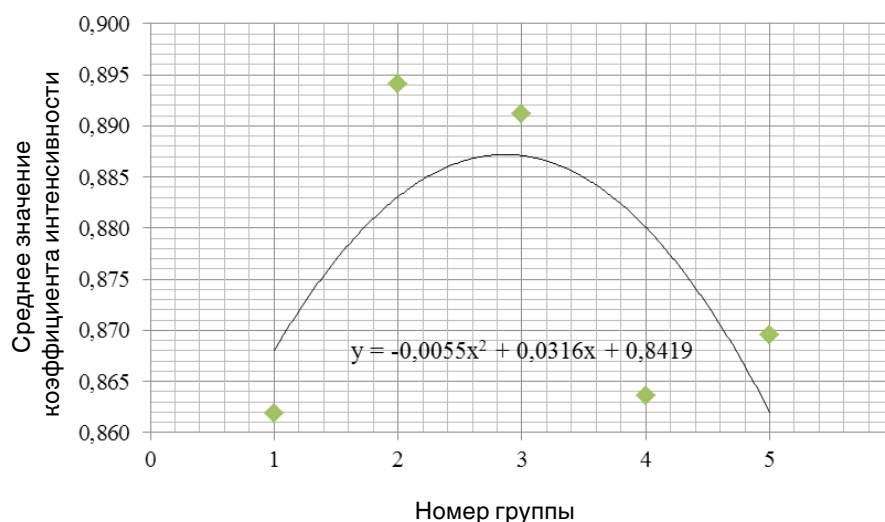


Рис. 2. Зависимость коэффициента интенсивности действий оператора от опыта управления

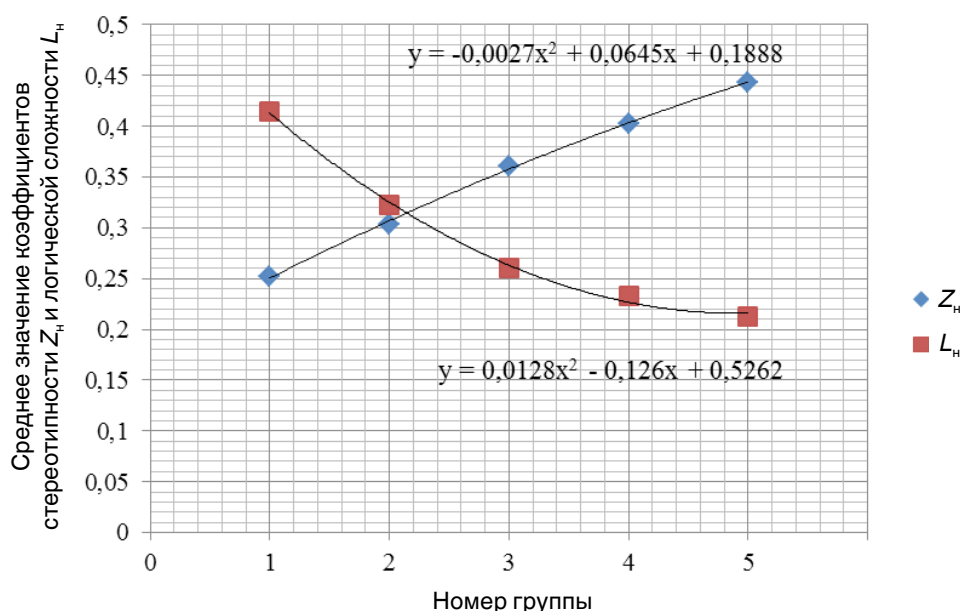


Рис. 3. Зависимость коэффициентов стереотипности и логической сложности действий от опыта управления

у операторов с опытом управления менее одного года. Данный факт объясняется более быстрым сокращением времени выполнения приёма по сравнению с уменьшением количества выполняемых КУД вследствие формирования у оператора первичного относительно устойчивого навыка выполнения приёма.

3. Необходимо отметить, что, несмотря на количественно-качественные изменения знаний, умений и навыков управления автомобилем, по мере увеличения опыта управления автомобилем наблюдается явное замедление указанных тенденций. Так, время реализации приёма во второй группе операторов на 22 % ниже, чем в первой группе,

23,6 против 30,4 с. Разница между аналогичными показателями в пятой и четвёртой группах составляет всего 8,5 %. Схожие цифры получены и для остальных характеристик действий операторов. Данный факт следует объяснять классическим логарифмическим законом обучения.

Таким образом, проведённый эксперимент подтвердил выдвинутую гипотезу о существовании функциональной зависимости между опытом управления и количественно-качественными характеристиками действий оператора при управлении мобильной техникой. Предложенный подход может быть использован в автошколах в качестве инструмента для наглядной демонстрации

динамики формирования у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков управления.

### Список литературы

1. Габай, Т.В. Педагогическая психология / Т.В. Габай. — М. : Академия, 2008. — 240 с.
2. Крылов, А.А. Человек в автоматизированных системах управления / А.А. Крылов. — Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1972. — 192 с.
3. Курилкин, А.Д. Идеомоторный тренинг как средство совершенствования навыков управления мобильным техническим средством / А.Д. Курилкин // Физ. культура. Спорт. Туризм. Двигат. рекреация. — 2016. — Т. 1, № 3. — С. 60–63.
4. Курилкин, А.Д. Оценка результативности идеомоторного тренинга по управлению мобильным техническим средством / А.Д. Курилкин // Наука молодых — агропромышленному комплексу : сб. ст. Междунар. науч. конф. молодых учёных и специалистов. — М. : Изд-во РГАУ—МСХА, 2016. — С. 163–164.
5. Курилкин, А.Д. Ускоренная адаптация оператора к управлению мобильным техническим средством / А.Д. Курилкин // Физ. культура. Спорт. Туризм. Двигат. рекреация. — 2017. — Т. 2, № 3. — С. 66–70.
6. Макарова, Н.В. Статистика в Excel : учеб. пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. — М. : Финансы и статистика, 2002. — 368 с.

Поступила 23 августа 2017 г.

**Для цитирования:** Курилкин, А.Д. Количественно-качественная оценка действий оператора при управлении мобильным техническим средством / А.Д. Курилкин // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. — 2017. — Т. 2, № 4. — С. 123–127.

### Сведения об авторе

**Курилкин Алексей Дмитриевич** — аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия. [dmb2009@bmail.ru](mailto:dmb2009@bmail.ru)

## PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION

2017, vol. 2, no. 4, pp. 123–127.

### Quantitative-qualitative Evaluation of the Operator Actions on Control of the Mobile Machine

**A. D. Kurilkin**

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow. [dmb2009@bmail.ru](mailto:dmb2009@bmail.ru)

In the article application of logical-probabilistic approach to evaluation of actions of the operator when performing one of basic methods of driving — “statement of the car to the box by back run” is considered. The correlation between driving experience and quantitative-qualitative characteristics of actions of the operator is revealed. The analysis of the obtained data from positions of pedagogy and psychology is carried out. It is offered to use this approach as the tool for quantitative evaluation of availability at the studying necessary knowledge, driving skills by preparation in driving schools.

**Keywords:** *operator, mobile machine, driving experience, algorithm of actions, logical-probabilistic approach, quantitative evaluation of actions.*

### References

1. Gabay T.V. *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical Psychology]. Moscow, 2008. 240 p. (In Russ.).
2. Krylov A.A. *Chelovek v avtomatizirovannykh sistemakh upravleniya* [Man in Automated Control Systems]. Leningrad, 1972. 192 p. (In Russ.).
3. Kurilkin A.D. Ideomotorny trenirovaniye kak sredstvo sovershenstvovaniya navykov upravleniya mobil'nym tekhnicheskim sredstvom [Ideomotor Training as a Means of Improving Driving Skills]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya* [Physical Culture. Sport. Tourism. Motor Recreation], 2016, vol. 1, no. 3, pp. 60–63. (In Russ.).

4. Kurilkin A.D. Otsenka rezul'tativnosti ideomotornogo treninga po upravleniyu mobil'nym tekhnicheskim sredstvom [Evaluation of the Effectiveness of the Ideomotor Training on Control of the Mobile Machine]. *Nauka molodykh — agropromyshlennomu kompleksu: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchyonykh i spetsialistov* [Science of Young People to Agro-industrial Complex: collection of articles of the International scientific conference of young scientists and experts]. Moscow, 2016. Pp. 163–164. (In Russ.).

5. Kurilkin A.D. Uskorennaya adaptatsiya operatora k upravleniyu mobil'nym tekhnicheskim sredstvom [The Accelerated Adaptation of the Operator to Control of the Self-propelled Machine]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya* [Physical Culture. Sport. Tourism. Motor Recreation], 2017, vol. 2, no. 3, pp. 66–70 (In Russ.).

6. Makarova N.V., Trofimets V.Ya. *Statistika v Excel* [Statistics in Excel]. Moscow, 2002. 368 p. (In Russ.).