УДК 378.016:574 DOI 10.17238/issn1998-5320.2018.31.101

О. В. Селезнева,
Омский автобронетанковый инженерный институт

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ И ТРУДНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВОЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Обсуждается проблема объективной оценки сложности и трудности учебных заданий. За основу определения сложности взят метод вычисления величины индекса сложности задачи через оценку сложности ориентированного графа, отражающего структуру её решения. Для определения степени трудности предложен способ характеристики учебного задания через обобщённость представления его условий и требований. Приведены примеры трёх задач из курса военной экологии с подробным анализом и методическими рекомендациями.
Ключевые слова: учебное задание, задача, сложность, трудность, военная экология.

Введение. Учебные задания являются необходимым средством целенаправленного формирования и развития знаний и умений, управления и активизации учебно-познавательной деятельностью курсантов. Частным случаем являются определённые учебные задачи с чёткой образовательной целью [1]. Для организации процесса обучения дисциплине «Экология» в военном вузе (далее – военной экологии) учебные задания в большинстве случаев преподаватель разрабатывает самостоятельно с учётом особенностей квалификационных требований к военно-профессиональной подготовке выпускников по их должностному предназначению. Для формирования экологической составляющей военно-ориентированных профессиональных компетенций курсанта необходима целая система учебных заданий. Они должны быть подобраны таким образом, чтобы подготовить курсанта к анализу и оценке экологической обстановки в местах дислокации войск (сил) ВС РФ в мирное время с учётом штатных и чрезвычайных ситуаций. Значение имеет правильный выбор места каждого задания в учебном процессе. Одним из путей организации обучения может быть движение от простого к сложному, от лёгкого к трудному.

Целью данной статьи является обсуждение возможности оценки «сложности» и «трудности» учебных заданий по военной экологии для последующего объединения их в системы. Ранее этот подход обсуждался автором в рамках диссертационного исследования в контексте использования учебных знаковых моделей при обучении химии [2, 3].

Оценка сложности структуры учебного задания. В научной и методической литературе отсутствует теоретическое обоснование однозначной трактовки понятий «сложность» и «трудность» [4–8]. Но очевидно следующее:

– количественная оценка сложности учебных заданий необходима для упорядочения на её основе учебного материала;

– для правильной организации учебного процесса место задания в системе должно быть определено ещё на этапе педагогического проектирования.

Оценка включает одновременный учёт:

– объективных факторов (число операций при выполнении задания), обусловленных структурой задачи – сложности её решения;

– субъективных особенностей, обусловленных уровнем обученности и интеллектуальными способностями самого обучающегося – трудности выполнения решения.

Рассмотрим способ определения величины индекса сложности задачи, который соотносится со сложностью ориентированного графа отражающего структуру её решения.

Ориентированный граф служит моделью выполнения умения [8, 9], поскольку характеризует структуру и сложность деятельности по его выполнению, отождествляемую со сложностью дерева. Адекватность представления деятельности, заложенной в алгоритме решения задачи, с помощью ориентированного графа основана на соблюдении следующих положений:

– операции в системе деятельности определяются как минимальные по своему предметному содержанию акты, в которых ещё удаётся обнаружить структурные моменты формируемой деятельности. Большая разветвлённость графа была бы не оправдана;

– все функциональные компоненты в смысловой структуре деятельности расположены в отношении «подготовление – осуществление»;

– тот или иной функциональный компонент может быть рассмотрен в качестве основного, и тогда предшествующие ему компоненты должны расцениваться как подготовительные; с другой стороны, тот же самый функциональный компонент является подготовительным для последующего компонента;

– отношение «подготовление – осуществление» является сквозной характеристикой деятельностного процесса на всём его протяжении. Результатом ориентировочной операции является получение субъекта исполнительной операции; результатом последней является получение какого-либо структурного момента первого действия основного компонента [10]. Упрощая граф решения задачи, следует помнить о том, что основные этапы решения должны быть сохранены.

Н. А. Жигачевой и Н. Г. Рыженко [8] предложен метод для расчёта величины индекса сложности граф-структур. Значение величины сложности деятельности равно произведению количества узлов дерева на количество дуг для вершины n:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \cdots + \sigma_n \ (1)$$
$$\sigma_x = n_x \cdot m_x \ (2),$$

где n_x – число узлов (вершин) элементарного дерева x;

m_x – число дуг (ветвей) элементарного дерева x;

σ_n – сложность n-ой вершины. Она равна произведению количества узлов на количество дуг для вершины N.

Структура выполнения умения есть объективная характеристика, позволяющая дать количественную оценку, поэтому она может стать основой систематизации задач по увеличению сложности их решения.

Оценка трудности учебного задания. Для придания чёткой иерархии в системе важно определять степень трудности учебного задания.

С методической точки зрения для определения трудности задания целесообразно выделить ступени узнаваемости алгоритма, используемого для его выполнения. А. А. Журин пишет, что это затруднения первого рода, которые являются субъективными [11]. Субъективные затруднения непосредственно связаны с тезариусом обучающегося, т. е. системой его взаимосвязанных представлений. Поскольку тезариусы обучающихся различны, то возникновение затруднения у одного не означает, что такая же проблема возникнет и у другого в этой части задания. К примеру, это может быть способность обучающихся выстраивать ориентировочную основу деятельности (ООД) при решении задач [12]. Выделим степени узнаваемости алгоритма выполнения учебного задания, в качестве примера приведём возможность использовать формулу для расчета при выполнении требований учебной задачи:

– хорошо знакомая формула, все величины и действия знакомы, задачи с её использованием обучающийся решал;

– незнакомая формула, но включает знакомые величины, которые обучающийся использовал при решении задач;

– незнакомая формула, малоинформативная, высоко абстрактная, нет опыта решения задач такого типа.

Затруднения второго рода связаны с невозможностью интерпретации смыслового значения слов.

Степень трудности задания можно оценить через обобщённость представления его характеристик: условия (содержание задания, предмет деятельности), требования (цель деятельности), способ решения (выполнения задания) [13] (табл. 1).

Таблица 1

Оценка степени трудности

Степень трудности	Характеристика задания		
	условия	требования	способ решения
первая	конкретные	полные	известный
вторая	частично в общем виде	неполные	преобразование известного
третья	в общем виде	в общем виде	неизвестный

Для каждой характеристики учебного задания предложено три степени трудности. Если условно их обозначить буквами a, b, c, то отношения между ними можно выразить следующим образом:

– по обобщённости характеристик a<b, b<c, a<c;

– по взаимосвязи между степенями трудности a⊇b, b⊇c, a⊇c.

Оценку степени трудности задания можно провести, учитывая характер:

– условий и требований – в случае необходимости преобразования или поиска предмета деятельности, содержательного компонента задания;

– способа решения и требований – в случае направленности задания на преобразование или поиск способа деятельности, структурного компонента задания.

При этом первая цифра степени трудности будет показывать степень трудности условий или способа деятельности, а вторая – требований задачи.

В качестве примера представим сочетание степени трудности условий и требований задания (табл. 2).

Таблица 2

Сочетание степени трудности условий и требований задания

Требования	Условия		
	конкретные	частично в общем виде	в общем виде
полные	1.1	1.2	1.3
неполные	2.1	2.2	2.3
в общем виде	3.1	3.2	3.3

Данный способ характеристики трудности учебного задания предусматривает включение в систему стандартных заданий, не требующих преобразования, и нестандартных, требующих преобразования условий и/или известного способа деятельности по выполнению формируемого умения. Выделим 4 категории таких заданий, опираясь за типы переноса умений по Е. Н. Кабановой-Меллер [14]:

1. Стандартные задания, не требующие преобразования. В заданиях этой категории условия даны полностью, способ решения известен обучающимся и оговорён в требованиях задания. Предложенный способ деятельности соответствует условиям задания.

2. Нестандартные задания, выполнение которых требует преобразования условий. В заданиях этой категории условия сформулированы частично или полностью в общем виде, способ решения известен обучающимся. Условия и способ деятельности в задании не соответствуют друг другу, но преобразование условий, согласно цели задания, снимает это несоответствие.

3. Нестандартные задания, выполнение которых требует преобразования способа деятельности. Для выполнения заданий этой категории необходим поиск способа решения: путём преобразования известного или формулировки нового (не применяемого ещё на данном этапе обучения). Условия даны полностью. Решение заданий данного типа возможно при установлении взаимосвязи неизвестного способа решения уподоблением между компонентами деятельности, «вычислением» путём математических преобразований или логическим выводом на основании логического отношения «необходимости–достаточности» известным условиям и требованиям задачи.

4. Нестандартные задания, выполнение которых требует преобразования и условий, и способа деятельности. Задания такого типа обладают различным сочетание особенностей заданий 2 и 3 типа.

Учебные задания по военной экологии: примеры и анализ задач, методические рекомендации. Рассмотрим примеры задач разной величины индекса сложности и степени трудности.

Задача 1. Рассчитайте индекс загрязнения атмосферы после проведения учений на танкодроме, если в воздухе обнаружено: 18 мг/м^3 пыли (4; 0,1), 4 мг/м^3 угарного газа (2; 20), 0,07 мг/м^3 бензапирена (1; 0,1 мкг/100 м^3), 0,15 мг/м^3 диоксида азота (2; 2). В скобках для каждого загрязняющего вещества приведены: первое число – класс опасности; второе – предельно допустимая концентрация, мг/м^3.

Граф решения представлен на рис. 1.

Сложность графа равна $\sigma_1 = 4\cdot(3\cdot2) + 4\cdot(5\cdot2) + (21\cdot4) = 148$.

Условия задачи полные, требования сформулированы конкретно. Предложенный способ деятельности соответствует условиям. Стандартное задание первой категории, не требующее преобразования. ООД даёт в готовом виде, частная – на одном образце. Степень трудности – 1.1.

Сложность этого задания может варьироваться в зависимости от количества загрязняющих веществ (N), по которым нужно провести оценку: N = 1, то σ = 16; N = 2, то σ = 54; N = 3, то σ = 96.

Степень трудности задания можно увеличить до 1.2, если не указывать значения ПДК и классы опасности загрязняющих веществ.

Задания такой категории целесообразно предлагать курсантам на начальном этапе изучения методик оценки качества окружающей среды в курсе военной экологии.

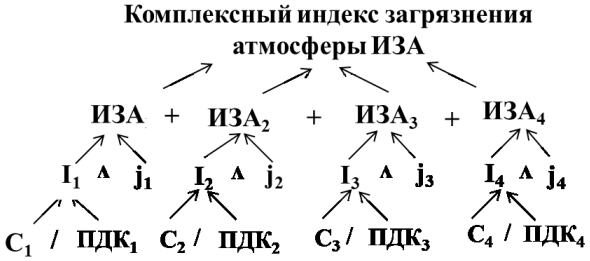

Рис. 1. Граф-дерево решения задачи 1

Задача 2. При обслуживании свинцово-кислотного аккумулятора в воздухе аккумуляторной оказывается до 24 г испарений серной кислоты. Оценить качество воздуха в помещении без проветривания, если массовая доля аккумуляторной серной кислоты составляет 25 %. Площадь помещения 40 м^2, высота стен 4 м. ПДК$_{рз}$ серной кислоты – 1 мг/м^3.

Граф решения представлен на рис. 2.

Сложность графа равна $\sigma_2 = 2\cdot(3\cdot2) + (7\cdot2) + (9\cdot2) = 66$.

Условия задачи неполные, требования сформулированы частично в общем виде. Условия и способ деятельности не соответствуют друг другу. Требуется преобразование условий. Для этого курсантам необходимо частично самостоятельно составить ООД, вспомнив способы вычисления концентрации вещества и массовой доли растворённого вещества в растворе. Задание включает условия, требующие практической реализации междисциплинарных связей военной экологии с химией. Степень трудности – 2.2.

Сложность этого задания может быть уменьшена до σ=30, если указать массу пролитой серной кислоты и объём помещения, или до σ=16, если привести сразу значение концентрации, при указании этих величин и степень трудности задачи станет меньше – 2.1. Более лёгким решение будет в случае, если ООД решения задачи составлена при непосредственном участии преподавателя. Степень трудности задания можно увеличить до 2.3, если не указывать концентрацию серной кислоты в аккумуляторных батареях и данные по объёму помещения аккумуляторной.

Задания такой категории целесообразно предлагать курсантам для самостоятельного решения на начальном этапе изучения методик оценки качества окружающей среды, а также в последующих темах курса военной экологии для обоснования необходимости мероприятий обеспечения экологической безопасности в ремонтном (ремонтно-восстановительном) подразделении.

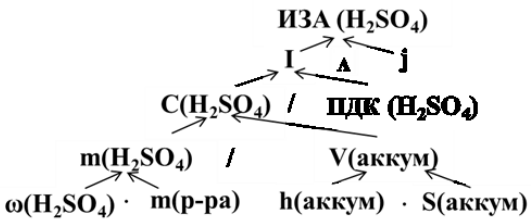

Рис. 2. Граф-дерево решения задачи 2

Задача 3. Определить загрязнение атмосферного воздуха угарным газом в помещении пункта технического обслуживания и ремонта военных гусеничных и колёсных машин при работе на холостом ходу автомобиля марки Урал-4320. Фоновая концентрация угарного газа в пункте технического обслуживания и ремонта соответствует требованиям к рабочей зоне парка.

Граф решения представлен на рис. 3.

Сложность графа равна $\sigma_3 = (3 \cdot 2) + (5 \cdot 2) + (7 \cdot 2) + (9 \cdot 2) + (11 \cdot 2) = 70$.

Условия и требования задачи даны в общем виде. Курсанты должны самостоятельно составить ООД для решения задачи. Требуется преобразование условий, требований и способа деятельности. Степень трудности – 3.3.

Увеличить индекс сложности можно путём включения в условие задачи нескольких групп автомобилей разной технической категории, а также дополнительных сведений о характере предварительного прогрева двигателя.

Условия и требования задачи предполагают реализацию междисциплинарных связей военной экологии с дисциплинами и профессионального цикла и специализации.

Уменьшить степень трудности этого задания можно путём конкретизации условий и требований задачи.

Задания такой категории целесообразно давать курсантам не только в рамках военной экологии, но и на дисциплинах профессионального цикла и специализации «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда», «Эксплуатация и диагностика военных гусеничных и колёсных машин», при выполнении исследовательских работ в рамках военно-научных секций курсантов, а также как один из вариантов обоснования необходимости инженерных средств экологической защиты в пункте технического обслуживания и ремонта при выполнении выпускных квалификационных работ.

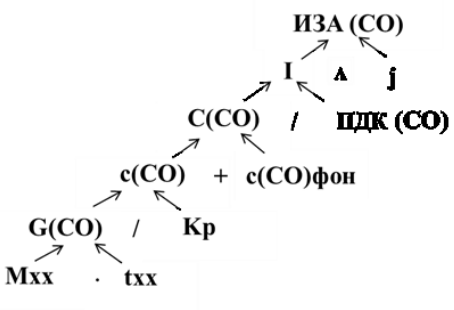

Рис. 3. Граф-дерево решения задачи 3

Выводы.

1. Сложность и трудность задания – характеристики регулируемые: их можно задать, оценить, изменить.

2. Оценить величину индекса сложности задания позволяет структура ориентированного графа, соответствующего структуре деятельности по его выполнению.

3. Степень трудности задания тем выше, чем обобщённее сформулировано требование и чем абстрактнее условия задачи.

4. Если задания по величине индекса сложности одинаковые, а по степени трудности разные, они отличаются друг от друга обобщённостью (абстрактностью) условий и/или полнотой требований.

5. Если задания по величине индекса сложности разные, а по степени трудности одинаковые, они отличаются друг от друга числом элементарных действий.

6. Для определения ранга задания в системе учебных задач, обязательно оценивать сочетание величины сложности и степени трудности.

7. В методике обучения военной экологии значение задач со степенью трудности:

– 7.1 заключается в усвоении обучающимися элементарных методик оценки качества окружающей среды. На этом этапе рекомендуется использовать задачи с низкими индексами сложности. Например, начинать с расчётов индексов загрязнения атмосферы одним типом загрязняющего вещества, а затем рассчитывать комплексный показатель загрязнения атмосферы;

– 7.2 заключается в объединении усвоенных компонентов умения в целостную систему на основе установления структурно-содержательных междисциплинарных связей. На этом этапе формируется целостная система действий оценки качества окружающей среды на военном объекте. Рекомендуется использовать задачи с частичным преобразованием условий или требований. При этом необходимо реализовывать следующее сочетание: высокая сложность – трудность 2.1 или 2.2, низкая сложность – трудность 2.3.

– 7.3 заключается в том, что они ориентированы на практическое применение усвоенного умения в ситуациях, моделирующих экологическую составляющую в военно-профессиональной деятельности. Отличительная особенность задач этой категории – непременный поиск обучающимися дополнительной информации для её решения. Решение задач данной категории можно считать одним из признаков сформированности экологической составляющей военно-ориентированных компетенций, поскольку обучающиеся демонстрируют разумность; умение научно обосновать выполняемые действия; высокую степень самостоятельности, в том числе в реализации внутри- и междисциплинарных связей. Рекомендуется использовать задачи, направленные на преобразование условий и требований, оптимальный индекс сложности – высокий.

6. В системе учебных заданий каждый блок задач должен быть направлен на формирование конкретного действия в составе умения и содержать задачи:

– на усвоение действия в развёрнутом и свёрнутом (обобщённом) виде;

– формирование прямого и обратного порядка деятельности; выполнение умения в стандартных и нестандартных ситуациях; перенос умения на внутри- и межпредметную деятельность.

Библиографический список

1. Эльконин Б. Д. Психология развития : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. – М.: Академия, 2001. – 144 с.

2. Яценко О. В. Учебные знаковые модели как полифункциональное средство формирования обобщенных умений по химии : автореф. дисс. … канд. пед. наук. – М., 2007. – 20 с.

3. Яценко О. В. К проблеме формирования обобщенных умений // Развитие мышления в процессе обучения физике : сборник научных трудов. Выпуск 5. – Омск: Издательство Полиграфический центр КАН, 2009. – С. 46–50. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23030941

4. Аванесов В. С. Основы педагогической теории измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://testolog.narod.ru/EdMeasmt1

5. Гурина Р. В. Структурирование знаний как составная часть методики обучения // Школьные технологии. – 2005. – № 4. – С. 93–99.

6. Наймушина О. Э., Стариченко Б. Е. Многофакторная оценка сложности учебных заданий // Образование и наука, 2010. – № 2(70), – С. 58–70. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=14341880

7. Стротова М. Н. Проблема проектирования заданий различного уровня сложности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/problema-proektirovaniya-zadaniy-razlichnogo-urovnya-slozhnosti

8. Жигачева Н. А., Рыженко Н. Г. Графовое моделирование структур решений сюжетных задач // Математические структуры и моделирование. – Вып. 4 – Омск, 1999. – С. 104–117. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=2571815

9. Березина Л. Ю. Графы и их применение: пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979. – 143 с.

10. Габай Т. В. Педагогическая психология : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2003. – 240 с.

11. Журин А. А. Интергация медиаобразования с курсом химии средней общеобразовательной школы : автореф. дисс. … д-ра пед. наук // Российская академия образования. – М., 2004. – 41 с.

12. Суровикина С. А. Теория деятельностного развития естественнонаучного мышления учащихся в процессе обучения физике: Теоретический и практический аспекты : монография. – Омск: Изд-во ОГТУ, 2006. – 238 с.

13. Калошина И. П. Психология творческой деятельности : учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 431 с.

14. Кабанова-Меллер Е. Н. Учебная деятельность и развивающее обучение // Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Педагогика и психология». – № 6 – М.: Знание, 1981. – 92 с.

O. V. Selezneva,
Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor,
ORCID ID: http:orcid.org/0000-0003-3973-4418
e-mail: olsel55@ya.ru
Omsk Automobile Armored Engineering Institute, 14 military town,
Cheremushki village, Omsk, 644098, Russian Federation

APPROACH TO ESTIMATION OF COMPLEXITY AND DIFFICULTY OF MILITARY ECOLOGY ACADEMIC ASSIGNMENTS

The article considers a method for determining the value of the task complexity index through the estimation of the complexity of an oriented graph reflecting the structure of its solution. It also proposes a way for characterizing the degree of task difficulty through generalization of the representation of its conditions and requirements. Examples of three tasks from the course of military ecology are given with the detailed analysis and methodological recommendations.

Keywords: academic assignment, task, complexity, difficulty, military ecology.

References

1. El'konin B. D. *Psikhologiya razvitiya:* ucheb. posobie dlya stud. vyssh. uchebn. zavedeniy [Developmental psychology: Study guide for students of higher educational institutions]. Moscow: Publishing Center "Akademiya", 2001, 144 p.

2. Yatsenko O. V. *Uchebnye znakovye modeli kak polifunktsional'noe sredstvo formirovaniya obobshchennykh umeniy po khimii*: avtoref. dis. …kand. ped. nauk [Educational sign models as a multifunctional means of formation of generalized skills in chemistry: thesis of Candidate of Pedagogical Sciences]. Moscow, 2007, 20 p.

3. Yatsenko O. V. (Selezneva O. V.) On the problem of the formation of generalized skills. *Razvitie myshleniya v protsesse obucheniya fizike: Sbornik nauchnykh trudov*. Omsk: Publisher Printing center KAN, 2009, no. 5, pp 46-50.

4. Avanesov V. S. *Fundamentals of the pedagogical theory of measurements.* Access mode. http://testolog.narod.ru/EdMeasmt1

5. Gurina R. V. Knowledge structuring as an integral part of the teaching methodology. *Shkol'nye tekhnologii*, 2005, no. 4, pp. 93-99.

6. Naymushina O. E., Starichenko B.E. Multifactor evaluation of the complexity of academic assignments. *Obrazovanie I nauka*, 2010, no. 2(70), pp. 58-70. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=14341880

7. Strotova M. N. The problem of designing tasks of different levels of complexity. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/problema-proektirovaniya-zadaniy-razlichnogo-urovnya-slozhnosti

8. Zhigacheva N. A., Ryzhenko N. G. Graph modeling of structures of story problem solutions. *Matematicheskie struktury i modelirovanie.* Omsk: OGU, 1999, Issue 4, pp.104-117. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=2571815

9. Berezina L. Yu. *Graphy i ikh primenenie*: posobie dlya uchiteley [Graphs and their application: manual for teachers]. Moscow: Prosveshchenie, 1979, 143 p.

10. Gabay T.V. *Pedagogicheskaya psikhologiya*: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedeniy [Pedagogical psychology: study guide for student of higher educational institutions]. Moscow: Akademiya, 2003, 240 p.

11. Zhurin A. A. *Integratsiya mediaobrazovaniya s kursom khimii sredney obshcheobrazovatelnoy shkoly*: avtoref. diss. …d-ra ped. nauk [Integration of media education with the course of chemistry at secondary general education school: author's abstract of the thesis of Candidate of Pedagogical Sciences]. Russian Academy of Education. Moscow, 2004, 41 p.

12. Surovkina S. A. *Teoriya deyatel'nostnogo razvitiya estestvennonauchnogo myshleniya uchashchikhsya v protsesse obucheniya fizike: Teoreticheskiy i prakticheskiy aspekty:* monografiya [Theory of activity development of natural-science thinking of students in the process of teaching physics: Theoretical and practical aspects: monograph]. Omsk: Publisher OGTU, 2006, 238 p.

13. Kaloshina I. P. *Psikhologiya tvorcheskoy deyatel'nosti*: uchebnoe posobie dlya VUZov [Psychology of creative activity: study guide for higher educational institutions]. Moscow: YUNITI-DANA, 2003, 431p.

14. Kabanova-Meller E. N. *Uchebnaya deyatelnost' i razvivayushchee obuchenie* [Academic activity and developmental teaching]. Novoe v zhizni, nauke, tekhnike. Series "Pedagogika i psikhologiya", no. 6. Moscow: Znanie, 1981, 92 p.

Поступила в редакцию 1.11.2017 © О. В. Селезнева, 2017

Автор статьи: **Ольга Владимировна Селезнева,** кандидат педагогических наук, доцент, Омский автобронетанковый инженерный институт, 644098, г. Омск, п. Черёмушки, 14 Военный городок, e-mail: olsel55@ya.ru

Рецензенты:

Д. А. Шишленин, кандидат педагогических наук, подполковник, старший преподаватель 11 кафедры тактики 1 авиационного факультета (боевой подготовки) Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков.

И. И. Раскина, доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой прикладной информатики и математики, Омский государственный педагогический университет.