

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-6-1330-1337

FUZZY MODEL OF THE TYPE OF PROFESSIONAL ACTIVITY BY UNIVERSITY GRADUATES CHOICE

S. D. Aysinov, A. E. Sazonov, M. B. Solodovnicheko

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

Development of recommendations on professional activities choosing for the graduates of Radio Engineering speciality, based on fuzzy model is considered. The “indistinct” model allows to concretize the hardly formalizable indicators defining ability of the graduate to a concrete kind of activity. The model considers also the main requirements to university graduates according to the existing state educational standards, and extent of development by graduates of the studied disciplines.

Assessment of the levels of specific competences of graduates according to major groups of disciplines is formed. Requirements for different groups of subjects depending on the future professional activity of graduates are developed. Tables in which requirements to the level of knowledge depending on professional activity and potential abilities of graduates to different types of activity are developed. Tables are developed on the basis of the expert estimates considering experience of experts in different types of activity.

With the use of the made matrix through method of min-max composition the type of activity adequate to the ability and enthusiasm of graduate is determined. The example of use of the made model for development of recommendations about the choice of a type of professional activity for graduates of radio engineering speciality of the admiral S. O. Makarov State university of the Sea and River Fleet is given. In the example taken into account the requirements of applicable Federal state educational standard of higher education 25.05.03 “Technical operation of transport radio equipment” (level specialties).

Keywords: fuzzy model, professional activity of graduates, the evaluation of the level of competence, binary relations, minimax criteria, the level of knowledge, competence matrix, a type of professional activity, recommendations for choosing career.

For citation:

Aysinov, Sergey D., Anatoly E. Sazonov, and Michail B. Solodovnichenko. “Fuzzy model of the type of professional activity by university graduates choice.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.6 (2017): 1330–1337. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-6-1330-1337.

УДК681.3

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ВЫБОРА ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКАМИ ВУЗА

С. Д. Айзинов, А. Е. Сазонов, М. Б. Солодовниченко

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Разработана модель на основе теории нечетких множеств, позволяющая выработать рекомендации по выбору вида профессиональной деятельности выпускников вуза. «Нечеткая» модель позволяет конкретизировать трудно формализуемые показатели, определяющие способность выпускника к конкретному виду деятельности. Модель учитывает также основные требования к выпускникам вуза в соответствии с существующими государственными образовательными стандартами и степень освоения выпускниками изучаемых дисциплин. Формируется оценка уровней компетентностей конкретных выпускников по основным группам изучаемых дисциплин. Разработаны требования к различным группам

дисциплин в зависимости от будущей профессиональной деятельности выпускника. Составлены таблицы, в которых определены требования к уровню знаний в зависимости от профессиональной деятельности и потенциальных способностей выпускников к различным видам деятельности. Таблицы разработаны на основе экспертных оценок, учитывающих опыт работы специалистов в различных видах деятельности.

В соответствии с указанными требованиями составлены матрицы, определяющие степень соответствия требований к различным видам профессиональной деятельности выпускника уровню освоения различных дисциплин. С использованием составленных матриц методом минимаксной композиции определяется вид деятельности, адекватный соотношению степени компетенций выпускника требованиям, установленным к этому виду деятельности. На основании полученных соотношений разработана методика, определяющая рекомендации по виду дальнейшей профессиональной деятельности выпускников. Приведен пример использования составленной модели для выработки рекомендаций по выбору вида профессиональной деятельности для выпускников радиотехнической специальности Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова на основании действующего Федерального государственного общеобразовательного стандарта высшего образования 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» (уровень специалитета).

Ключевые слова: нечеткая модель, профессиональная деятельность выпускников, оценка уровня компетентности, бинарные отношения, минимаксный критерий, уровень знаний, матрица компетентностей, вид профессиональной деятельности, рекомендации по выбору деятельности.

Для цитирования:

Айзинов С. Д. Разработка нечеткой модели выбора вида профессиональной деятельности выпускниками вуза / С. Д. Айзинов, А. Е. Сазонов, М. Б. Солодовниченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 6. — С. 1330–1337. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-6-1330-1337.

Введение

Перед выпускником любого вуза всегда стоит задача выбора вида дальнейшей профессиональной деятельности, которая бы максимально соответствовала его знаниям и потребностям. Возможности выпускника зависят от уровня его знаний, состояния здоровья и характера. Действующими государственными образовательными стандартами высшего образования предусмотрены различные виды профессиональной деятельности (эксплуатационно-техническая, организационно-управленческая, проектно-конструкторская и др.). Абстрактный выбор вида будущей профессиональной деятельности выпускника, не учитывающий его реальные способности, может привести к тому, что желания выпускника не совпадают с его возможностями. В свою очередь, игнорирование потенциальных способностей выпускника может привести к его разочарованию в выбранном виде профессиональной деятельности.

Вследствие этого зачастую в дальнейшем у выпускников замедляется карьерный рост из-за несоответствия выбранного вида деятельности их способностям и возможностям. Поэтому очень важно своевременно определить наиболее подходящий для выпускника вид профессиональной деятельности. Эти рекомендации могут разработать только преподаватели и другие сотрудники факультета, которые общаются с курсантами на протяжении всего процесса обучения. Государственным стандартом высшего профессионального образования предусмотрена подготовка студентов вуза к различным видам деятельности. Актуальной является задача выбора выпускником вуза такой деятельности, в которой он окажется наиболее успешным. Выбор должен основываться на различных характеристиках выпускника. Целевая функция по оптимальному выбору вида профессиональной деятельности является многокритериальной и трудноформализуемой. Для решения таких задач эффективным оказывается математический аппарат теории нечетких множеств [1] – [3]. Теория нечетких множеств широко используется для оптимизации выбора решений в различных областях науки и техники [4] – [7]. Она используется также для повышения эффективности учебного процесса [8] – [10].

В статье разработана нечеткая модель формирования рекомендаций выпускнику по выбору вида профессиональной деятельности на основе оценки его знаний. Эффективность работы спе-

специалиста определяется также и другими факторами, такими как здоровье, черты характера и др. Однако получение подобной информации требует привлечения специалистов других категорий: врачей, психологов, и в данной статье не учитывается.

Предлагаемая модель является инструментом для преподавателей, которые на основании экспертных оценок смогут выработать обоснованные рекомендации для выпускника вуза.

Методы и материалы

Основой для формирования модели являются следующие два бинарные нечеткие отношения:

- требования к уровню знаний выпускников по группам основных дисциплин в зависимости от вида их дальнейшей профессиональной деятельности (N);
- оценка уровня знаний конкретных выпускников по основным группам изучаемых дисциплин (K).

Первое нечеткое отношение (N) должно формироваться на основе следующих двух базисных множеств:

- перечень видов будущей профессиональной деятельности выпускников (x);
- перечень групп дисциплин, оценка уровня знаний выпускников, которые будут служить критериями для принятия рекомендаций (y).

Второе нечеткое отношение (K) должно формироваться на основе двух следующих базисных множеств:

- перечень групп дисциплин, по которым оценка уровня знаний выпускников будет служить критерием для принятия решения (y);
- список выпускников (z):

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_k);$$

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_l);$$

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_n).$$

Бинарные нечеткие отношения N и K , заданные на декартовых произведениях универсумов X , Y и Z ($X \times Y$) и ($Y \times Z$), будут иметь следующий вид:

$$N = \{ \langle x, y \rangle, \mu_N(\langle x, y \rangle) \};$$

$$K = \{ \langle y, z \rangle, \mu_K(\langle y, z \rangle) \},$$

где μ — функция принадлежности каждого элементарного бинарного отношения.

Для получения окончательных рекомендаций каждому выпускнику по выбору вида его профессиональной деятельности воспользуемся нечеткой композицией двух исходных нечетких бинарных отношений N и Z , заданных на декартовом произведении $N \times Z$.

Такая композиция двух нечетких бинарных отношений имеет также название «max-min-композиция».

Функция принадлежности μ этого нечеткого бинарного отношения $N \times Z$ будет определяться по формуле

$$\mu_{N \times Z}(\langle x, z \rangle) = \max \{ \min \{ (\mu_N(\langle x, y \rangle), \mu_K(\langle y, z \rangle)) \} \}.$$

Результаты

Рассмотрим решение задачи на примере формирования рекомендаций для выпускников радиотехнической специальности Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова.

Матрица требований к уровню знаний в зависимости от вида деятельности

Первоначально сформируем таблицу и матрицу нечеткого отношения N , которые будут характеризовать требования к уровню знаний выпускников по основным дисциплинам в зависимости от вида их профессиональной деятельности.

Для этого потребуется создать два следующих базисных множества.

1. Перечень групп изучаемых дисциплин, по которым должен быть определен уровень знаний каждого выпускника.

2. Перечень видов будущей профессиональной деятельности выпускников.

Экспертами предложено все дисциплины сгруппировать в следующие основные группы:

– математика и естественно-научные дисциплины — y_1 ;

– техническая эксплуатация средств радиосвязи, электрорадионавигации, радиолокации и телекоммуникационных систем — y_2 ;

– вычислительная техника, автоматика и информационные технологии — y_3 ;

– профессиональный английский язык — y_4 ;

– экономика и управление производством — y_5 .

Экспертами определены следующие основные виды профессиональной деятельности, включенные в Госстандарт по специальности:

– эксплуатационно-техническая — x_1 ;

– организационно-управленческая — x_2 ;

– производственно-технологическая — x_3 ;

– проектно-конструкторская — x_4 .

Количественная оценка функций принадлежности нечетких отношений пар элементов базисных множеств X и Y также определяется экспертами, установившими следующие количественные значения функций принадлежности элементов нечеткого отношения N (табл. 1).

Таблица 1

Нечеткое отношение N требований по выбору вида производственной деятельности выпускников

Вид производственной деятельности	Математика и естественно-научные дисциплины	Техническая эксплуатация средств радиосвязи, электрорадионавигации	Вычислительная техника, автоматика, информационные технологии	Экономика и управление производством	Профессиональный английский язык
Эксплуатационно-техническая	0,6	0,9	0,7	0,5	0,8
Организационно-управленческая	0,5	0,5	0,8	0,9	0,7
Производственно-технологическая	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6
Проектно-конструкторская	0,8	0,6	0,9	0,6	0,7

Матрица нечеткого отношения N будет иметь следующий вид:

$$M_N = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,9 & 0,7 & 0,5 & 0,8 \\ 0,5 & 0,5 & 0,8 & 0,9 & 0,7 \\ 0,7 & 0,8 & 0,7 & 0,7 & 0,6 \\ 0,8 & 0,6 & 0,9 & 0,6 & 0,7 \end{pmatrix}.$$

Выбор вида профессиональной деятельности

Рассмотрим применение предложенной методики на условном примере. Для этого следует составить таблицу и матрицу нечеткого отношения K , характеризующего уровень знаний выпускников по группам дисциплин. С этой целью необходимо дополнительно составить еще одно базисное множество Z , включающее перечень фамилий выпускников, указанных в табл. 2 (базисное множество Y перечня дисциплин было составлено на предыдущем этапе).

Нечеткие отношение K оценки уровня знаний выпускников по группам дисциплин

Группы дисциплин	Петров	Иванов	Петренко	Сидоров	Иваненко
Математика и естественно-научные дисциплины	0,8	0,5	0,7	0,8	0,6
Техническая эксплуатация средств радиосвязи и электрорадионавигации	0,5	0,8	0,7	0,5	0,4
Вычислительная техника, автоматика, информационные технологии	0,7	0,6	0,6	0,9	0,5
Экономика и управление производством	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7
Профессиональный английский язык	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6

Матрица нечеткого отношения K будет иметь вид

$$M_K = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,5 & 0,7 & 0,8 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 & 0,7 & 0,5 & 0,4 \\ 0,7 & 0,6 & 0,6 & 0,9 & 0,5 \\ 0,7 & 0,7 & 0,8 & 0,8 & 0,7 \\ 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,7 & 0,6 \end{pmatrix}.$$

Используя композицию двух бинарных нечетких отношений X и K (она также известна как «(min-max-композиция)»), последовательно определим все значения ее функций принадлежности. Для примера приведем расчет функции принадлежности $\mu_{N \times Z} \langle x_1, z_1 \rangle$. С этой целью определим все минимальные значения функций принадлежности всех пар элементов первой строки табл. 1 и первого столбца табл. 2:

$$\mu_{N \times K} \langle x_1, z_1 \rangle = \min(0,6, 0,8), \min(0,9, 0,5), \min(0,7, 0,7), \min(0,8, 0,7), \min(0,8, 0,8).$$

Из выбранных минимальных значений функций принадлежности $\mu_{N \times Z} \langle x_1, z_1 \rangle$ необходимо выбрать ее максимальное значение:

$$\mu_{N \times K} \langle x_1, z_1 \rangle = \max(0,6, 0,5, 0,7, 0,5, 0,8) = 0,8;$$

$$\mu_{N \times K} \langle x_2, z_1 \rangle = \min(0,5, 0,8), \min(0,5, 0,5), \min(0,8, 0,7), \min(0,9, 0,7), \min(0,7, 0,8);$$

$$\mu_{N \times K} \langle x_2, z_1 \rangle = \max(0,5, 0,5, 0,7, 0,7, 0,7) = 0,7;$$

$$\mu_{N \times K} \langle x_3, z_1 \rangle = \min(0,7, 0,8), \min(0,8, 0,5), \min(0,7, 0,7), \min(0,7, 0,7), \min(0,6, 0,8);$$

$$\mu_{N \times K} \langle x_3, z_1 \rangle = \max(0,7, 0,5, 0,7, 0,7, 0,6) = 0,7;$$

$$\mu_{N \times K} \langle x_4, z_1 \rangle = \min(0,8, 0,8), \min(0,6, 0,5), \min(0,9, 0,7), \min(0,6, 0,7), \min(0,7, 0,8);$$

$$\mu_{N \times K} \langle x_4, z_1 \rangle = \max(0,8, 0,5, 0,7, 0,6, 0,7) = 0,8.$$

Остальные функции принадлежности для оценки знаний других выпускников (z_2, z_3, z_4, z_5), определяемые аналогично, приведены в табл. 3.

Нечеткая композиция двух нечетких отношений N и K , характеризующая возможности выпускников

Вид производственной деятельности	Петров	Иванов	Петренко	Сидоров	Иваненко
Эксплуатационно-техническая	0,8	0,5	0,5	0,8	0,7
Организационно-управленческая	0,7	0,5	0,5	0,8	0,7
Производственно-технологическая	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7
Проектно-конструкторская	0,8	0,5	0,6	0,9	0,7

Нечеткая композиция двух нечетких отношений N и K может быть представлена следующей матрицей:

$$\mu_{N \times Z} = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,8 \\ 0,7 & 0,5 & 0,5 & 0,8 & 0,7 \\ 0,7 & 0,5 & 0,6 & 0,9 & 0,7 \\ 0,8 & 0,5 & 0,6 & 0,9 & 0,7 \end{vmatrix}.$$

Обсуждение

Анализ табл. 1 и 3 позволяет сформировать рекомендации выпускникам по видам их дальнейшей профессиональной деятельности:

Петрову — выбрать эксплуатационно-техническое или проектно-конструкторское направление;

Иванову — выбрать производственно-технологическое направление;

Петренко — выбрать проектно-конструкторское или производственно-технологическое направление;

Сидорову — выбрать проектно-конструкторское направление;

Иваненко — выбрать проектно-конструкторское или организационно-управленческое направление.

Дополнительно можно привести следующие рекомендации для экспертов.

Для определения уровня знаний выпускников по группам дисциплин в случае отсутствия достаточного количества экспертов представляется целесообразным рекомендовать количественно установить ранг каждой дисциплины, входящей в состав этой группы, с учетом ее влияния на окончательную оценку по всей группе. Для этой цели предлагается использовать формулу Фишберна:

$$K = \frac{2\{(N-p)+1\}}{(N+1)N},$$

где N — число дисциплин в группе;

p — номер ранга.

Количественный расчет ранга следует начинать с дисциплины, имеющей наибольший ранг.

Приведем условный пример использования этой формулы. Предположим, что для i -го выпускника его знания по пяти дисциплинам, входящим в состав группы, распределяются экспертами по рангам в следующем порядке: y_2, y_4, y_5, y_3, y_1 .

Выполнив по формуле количественный расчет рангов, получим их следующие значения:

$$Y_2 = 0,07; Y_4 = 0,3; Y_5 = 0,02; Y_3 = 0,2; Y_1 = 0,1.$$

Заключение

Предлагаемый нечеткий подход для разработки рекомендаций выпускникам по выбору вида их дальнейшей профессиональной деятельности является универсальным инструментом, которым могут воспользоваться руководители факультетов как в процессе обучения курсантов и студентов старших курсов, так и во время подготовки и проведения мероприятий по трудоустройству выпускников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дёшина Н. О. Компетентностный подход в высшей школе как необходимое условие повышения качества образования. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании / Н. О. Дёшина, И. В. Фалина // III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. — 2014. — С. 110–113.

2. Карелин В. П. Модели и методы представления знаний и выработки решений в интеллектуальных информационных системах с нечёткой логикой / В. П. Карелин // Вестник Таганрогского института управления и экономики. — 2014. — № 1 (19). — С. 75–83.

3. Бахусова Е. В. Методы принятия решений на основе нечеткой математики / Е. В. Бахусова // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2013. — № 9. — С. 371–376.

4. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А. В. Леоненков. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 719 с.

5. Смирнова Е. Е. Нечеткая когнитивная модель механизма формирования профессиональных компетенций будущего бакалавра экономики / Е. Е. Смирнова, Е. Н. Надеждин // Информатизация образования и науки. — 2016. — № 1 (29). — С. 175–185.

6. Азарнова Т. В. Повышение эффективности методов управления развитием персонала на основе нейросетевых моделей и нечетких экспертных технологий / Т. В. Азарнова, В. В. Степин, И. Н. Щепина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. — 2014. — № 3. — С. 121–130.

7. Данилаев Д. П. Нечеткая модель отбора профилей подготовки технических специалистов / Д. П. Данилаев, Л. Ю. Емалетдинова // Открытое образование. — 2015. — № 4 (111). — С. 28–32.

8. Полетайкин А. Н. Нечеткий подход к оцениванию личностных качеств обучающихся вуза / А. Н. Полетайкин, Т. С. Ильина // ИТпортал. — 2016. — № 4 (12). — С. 2.

9. Сазонов А. Е. Использование метода экспертных отношений предпочтения для оценки уровня совершенства системы управления безопасностью морского судна / А. Е. Сазонов, Г. С. Осипов, В. Д. Клименко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 3 (19). — С. 94–104.

10. Ганина Я. О. Нечеткая продукционная модель для оценки профессиональных качеств морских специалистов / Я. О. Ганина, В. В. Лаптев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. — 2016. — № 3. — С. 101–108.

REFERENCES

1. Dëshina, N. O., and I. V. Falina. “Kompetentnostnyi podkhod v vysshei shkole kak neobkhodimoe uslovie povysheniya kachestva obrazovaniya. Aktual’nye problemy infotelekkommunikatsii v nauke i obrazovanii.” *III Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya i nauchno-metodicheskaya konferentsiya: sbornik nauchnykh statei*. 2014: 110–113.

2. Karelin, V. P. “Modeli i metody predstavleniya znaniy i vyrabotki reshenii v intellektual’nykh informatsionnykh sistemakh s nechetkoi logikoi.” *Vestnik Taganrogskego instituta upravleniya i ekonomiki* 1(19) (2014): 75–83.

3. Bakhusova, E.V. “Metody prinyatiya reshenii na osnove nechetkoi matematiki.” *Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie* 9 (2013): 371–376.

4. Leonenkov, A.V. *Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzy TECH*. SPb.: BKhV-Peterburg, 2003.

5. Smirnova, Elena E., and Eugene N. Nadeshdin. “Fuzzy cognitive model of professional competences for the future bachelor of economics.” *Informatizatsiya obrazovaniya i nauki* 1(29) (2016): 175–185.

6. Azarnova, T. V., V. V. Stepin, and I. N. Shchepina. “Increasing the effectiveness of management methods by personnel development on the basis of neural network models and fuzzy expert technologies.” *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management* 3 (2014): 121–130.

7. Danilaev, Dmitry. P., and Lilia. Yu. Emaletdinova. “The fuzzy model of the technical specialist training path selection.” *Open Education* 4(111) (2015): 28–32.

8. Poletaykin, A., and T. Il’ina. “Fuzzy assessment techniques of student’s personality.” *ITportal* 4(12) (2016): 2.

9. Sazonov, A. E., G. S. Osipov, and V. D. Klimenko. “Using expert preference relations to assess the perfection level of ships safety management system.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 3(19) (2013): 94–104.

10. Ganina, Yana Olegovna, and Valeriy Victorovich Laptev. “Fuzzy productive model for evaluation of professional qualities of sea experts.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics* 3 (2016): 101–108.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Айзинов Сергей Дмитриевич —
кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *SaysinovMob@mtc.spb.su*,
AjzinovSD@gumrf.ru

Сазонов Анатолий Ефимович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *sazonst@yandex.ru*, *kaf_avt@gumrf.ru*

Солодовниченко Михаил Борисович —
кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *SolodovnichenkoMB@gumrf.ru*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aysinov, Sergey D. —
PhD
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: *SaysinovMob@mtc.spb.su*,
AjzinovSD@gumrf.ru

Sazonov, Anatoly E. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: *sazonst@yandex.ru*, *kaf_avt@gumrf.ru*

Solodovnichenko, Michail B. —
PhD, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: *SolodovnichenkoMB@gumrf.ru*

*Статья поступила в редакцию 3 октября 2017 г.
Received: October 3, 2017.*