

УДК [551.515::629.331]:004.946

## **КОНЦЕПЦИЯ ТРЕНАЖЕРА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ «ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ»**

*А.А. Фокичева*

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
fokicheva@rshu.ru

Изложен алгоритм тренажера виртуальной реальности, имитирующий влияние неблагоприятных гидрометеорологических условий на производственную деятельность. Тренажер демонстрирует экономические результаты решений, принимаемых на основе информации об ожидаемой погоде, и может использоваться в образовательных программах, направленных на повышение компетентности в области влияния погоды на экономику и общество.

*Ключевые слова:* прогноз погоды, принятие решений, виртуальная реальность, автомобильный транспорт, каршеринг, гидрометеорологическое образование.

## **THE CONCEPT OF SIMULATOR OF VIRTUAL REALITY “IMPACT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON ROAD TRANSPORT”**

*A.A. Fokicheva*

Russian State Hydrometeorological University

The virtual reality simulator algorithm imitating the impact of unfavorable hydrometeorological conditions on production activity is described. The simulator demonstrates the economic results of decisions aimed at increasing competence in the field of weather effects on the economy and society.

*Keywords:* weather forecast, decision making, virtual reality, road transport, carsharing, hydrometeorological education.

### **Введение**

Большие данные, интернет вещей, виртуальная и дополненная реальность, распределенные реестры относятся к технологиям четвертой промышленной революции, проникающей во все сферы человеческой жизнедеятельности. Трансформация экономики, прозрачность, индивидуализация окружающего мира затрагивают отрасли, использующие гидрометеорологическую информацию, а использование современных технологий в гидрометеорологии дает новые возможности: осуществлять непрерывный мониторинг, улучшать прогнозы состояния окружающей среды и принимать решения на основе технологий машинного обучения. Современный мир становится персонализированным, и прогноз локальной погоды приобретает особую значимость: способность отслеживать погоду и интегрировать эти данные в основные бизнес-процессы позволяет значительно повысить эффективность принятия решений и минимизировать издержки по метеорологическим причинам. Точность решений определяется, в том числе, массовостью

данных, и необходимо, чтобы как можно больше людей было осведомлено о преимуществах новых технологий учета погоды.

На наращивание потенциала и укрепление знаний в различных слоях общества в области социальных и экономических последствий погоды направлен международный образовательный проект «Адаптивная учебная среда для развития компетенций в отношении влияния местной погоды, качества воздуха и климата на экономику и социальную жизнь (ЕСОИМРАСТ)». Реализация проекта осуществляется консорциумом университетов, в который входят Аграрный университет Пловдива (Болгария), Центрально-Европейский университет в Скалице (Словакия), Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко (Украина), Одесский государственный экологический университет, Херсонский государственный аграрный университет, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, Российский государственный гидрометеорологический университет, Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета. Координатором проекта выступает Университет Хельсинки (Финляндия).

Цель проекта — разработка персональной образовательной среды для повышения осведомленности об экономических и социальных последствиях влияния местной погоды, качества воздуха и климата [3]. Этот проект имеет образовательную, научную и технологическую составляющую и предусматривает создание учебных курсов для программ бакалавриата, магистратуры и аспирантуры, курса повышения квалификации для специалистов в области гидрометеорологии и коротких образовательных курсов для менеджеров погодозависимых предприятий (по отраслям экономики) и государственных органов. Проект соответствует доктрине непрерывного образования и персонализации метеорологической информации, основан на использовании современных разработок в области науки и техники.

В рамках проекта для отраслевого образовательного курса создан *тренажер виртуальной реальности* «Влияние метеорологических условий на автомобильный транспорт», который предназначен для демонстрации погодозависимости производственной деятельности и необходимости учета гидрометеорологической информации при планировании производственного цикла в сфере автомобильных перевозок. Основная целевая аудитория — сотрудники транспортных компаний, представители региональных и федеральных органов власти, отраслевых министерств и ведомств, студенты.

Концепция тренажера демонстрирует экономические результаты использования краткосрочного и сверхкраткосрочного прогноза, а также учета локальной погоды при планировании и осуществлении автомобильных перевозок. В тренажере использована модель каршеринга — одного из глобальных трендов экономики совместного пользования, который дополнен идеей принятия решений с учетом информации о локальных метеорологических условиях, полученной с использованием технологии Интернета вещей. Обучающие материалы, в полном объеме раскрывающие методы оптимального использования гидрометеорологической информации в процессах принятия решений, представлены в основных образовательных

курсах проекта и основаны на подходах к принятию решений в условиях полной и частичной неопределенности информации о состоянии погоды.

### Описание тренажера

Пользователю тренажера «Влияние метеорологических условий на автомобильный транспорт» предлагается поездка на виртуальном автомобиле. Маршрут движения автомобиля состоит из четырех участков, каждый из которых имеет две автомагистрали. На каждом участке необходимо выбрать дорогу с определенными условиями погоды, по которой и будет продолжено движение. На информационном табло для каждого варианта отображается *прогноз погоды, протяженность дороги и время в пути* с учетом ожидаемых условий погоды. Целевая задача — выполнить маршрут с минимальными затратами времени. Затраты времени на прохождение маршрута могут быть преобразованы в денежные величины при допущении, что имеет место аренда автомобиля (каршеринг). По данным источника <https://www.cars—sharing.ru/carsharing> [1] средняя стоимость аренды каршеринг автомобиля в Москве равна 8—10 рублям за минуту.

При принятии решения пользователь должен осознавать, что информация на табло носит рекомендательный характер — прогнозы погоды могут иметь различную степень достоверности. Непрогнозируемое наступление опасного условия погоды приводит к увеличению времени движения автомобиля на данном участке относительно расчетного времени, указанного на информационном табло. В случае наступления неблагоприятного условия погоды пользователь получает звуковое оповещение. После окончания движения по маршруту определяются затраты на поездку.

На маршруте возможны следующие погодные условия.

*Участок № 1.* Левая дорога: ТУМАН или ЯСНО; правая дорога: ДОЖДЬ или ЯСНО.

*Участок № 2.* Левая дорога: СНЕГ или ЯСНО; правая дорога: ДОЖДЬ или ЯСНО.

*Участок № 3.* Левая дорога: МЕТЕЛЬ или ЯСНО; правая дорога: СНЕГ или ЯСНО.

*Участок № 4.* Левая дорога: СМЕРЧ или ЯСНО; правая дорога: ТУМАН или ЯСНО.

Текст прогноза и реализация погодных условий в тренажере виртуальной реальности определяются случайным образом.

На каждом участке маршрута реализуется одно из четырех возможных сочетаний прогнозируемой и фактически осуществившейся погоды для левой или правой дороги:  $\Pi^1 \sim \Phi^1$ ;  $\Pi^1 \sim \Phi^0$ ;  $\Pi^0 \sim \Phi^1$ ;  $\Pi^0 \sim \Phi^0$ . Здесь  $\Pi^1$  — прогноз неблагоприятных и опасных условий погоды (ТУМАН, ДОЖДЬ, СНЕГ, МЕТЕЛЬ, СМЕРЧ),  $\Pi^0$  — прогноз благоприятных условий погоды (ЯСНО),  $\Phi^1$  — фактическое осуществление опасных условий погоды,  $\Phi^0$  — фактическое осуществление благоприятных условий погоды.

В зависимости от реализованной ситуации осуществляется звуковое сопровождение маршрута. Отметим, что появление опасного явления привязано к определенному отрезку дороги, т.е. для правой и левой дороги выделяются три зоны: отрезок без опасного явления в начале дороги; отрезок в середине дороги, где опасное явление возможно, и отрезок без опасного явления в конце дороги. Пример звукового сопровождения приведен в табл. 1.

Таблица 1

Пример звукового сопровождения участка маршрута для тренажера виртуальной реальности (участок № 2, правая дорога)

Прогноз погоды	ДОЖДЬ		ЯСНО	
	Прогноз оправдался	Прогноз не оправдался	Прогноз оправдался	Прогноз не оправдался
Фактическая реализация				
Зона дороги без ОЯ	Ожидаются сильные осадки			Ожидаются сильные осадки. Соблюдайте рекомендованный скоростной режим
Зона дороги, где ОЯ возможно	Звук дождя	Наблюдается благоприятная погода. Опасных явлений нет	Наблюдается благоприятная погода. Опасных явлений нет	Звук дождя
Зона дороги, где ОЯ возможно	В ближайшее время осадки прекратятся. Продолжайте маршрут, не нарушая скоростной режим	Международные новости ( <i>воспроизводится текст новостей</i> )	Международные новости ( <i>воспроизводится текст новостей</i> )	В ближайшее время осадки прекратятся. Продолжайте маршрут, не нарушая скоростной режим
Зона дороги без ОЯ	Прогноз неблагоприятной погоды оправдался. Время в пути соответствует значению, указанному на информационном табло	Прогноз неблагоприятной погоды не оправдался. Фактическое время в пути меньше значения, указанного на информационном табло	Прогноз благоприятной погоды оправдался. Фактическое время в пути соответствует значению, указанному на информационном табло. У вас отсутствуют расходы, связанные с неблагоприятной погодой	Прогноз благоприятной погоды не оправдался. Фактическое время в пути больше значения, указанного на информационном табло. Сожалеем, что Вы понесли незапланированные расходы

Звуковое сопровождение поясняет пользователю обоснованность принятых решений.

После прохождения каждого участка на экран выводится экономическое обоснование выбранного варианта — отклонение в расходах, обусловленное неопределенностью реализации текста прогноза.

Отклонение в расходах рассчитывается следующим образом:

$$\Delta \text{расходов}_n = \frac{T_{\text{факт}}^n - T_{\text{план}}^n}{T_{\text{план}}^n} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $n$  — индекс (номер) участка (участок № 1, 2, 3, 4);  $T_{\text{факт}}^n$  — фактическое время прохождения участка  $n$ ;  $T_{\text{план}}^n$  — планируемое время прохождения участка  $n$  для

правой и левой дороги при данном прогнозе погоды (отображается на информационном табло на развилке перед каждым участком).

На дороге протяженностью  $S_n$  выделяют отрезки пути с опасными и благоприятными условиями погоды:

$$S_n = S_n^1 + S_n^0. \quad (2)$$

Здесь  $S_n$  — общая протяженность выбранной дороги;  $S_n^1$  — протяженность отрезка пути на участке  $n$ , где могут наблюдаться опасные условия погоды;  $S_n^0$  — суммарная протяженность отрезков пути для выбранной дороги на участке  $n$ , на которых наблюдаются благоприятные условия погоды:

$$S_n^0 = S_{n(\text{нач})}^0 + S_{n(\text{кон})}^0, \quad (3)$$

где  $S_{n(\text{нач})}^0$  — длина отрезка дороги без опасного явления (в начале дороги),  $S_{n(\text{кон})}^0$  — длина отрезка дороги без опасного явления (в конце дороги).

*Фактическое* время прохождения выбранного участка дороги определяется по формуле

$$T_{\text{факт}}^n = \frac{S_n^1}{V_k^1} + \frac{S_n^0}{V^0}, \quad (4)$$

где  $V_k^1$  — скорость автомобиля при осуществлении опасных условий погоды;  $k$  — индекс опасного явления (туман, дождь, снег, метель, смерч);  $V^0$  — скорость автомобиля при благоприятных условиях погоды (ясно).

Если на выбранной дороге наблюдались только *благоприятные условия погоды*, то  $S_n = S_n^0$ ,  $V_k^1 = V^0$  и формула для определения фактического времени прохождения участка  $n$  принимает вид

$$T_{\text{факт}}^n = \frac{S_n}{V^0}. \quad (5)$$

*Планируемое* время прохождения участка по левой и правой дороге при текущем прогнозе погодных условий, которое отображается на информационном табло на развилке перед каждым участком, определяется следующим образом:

$$T_{\text{план}}^n = \frac{S_n^1}{V_k^1} + \frac{S_n^0}{V^0}. \quad (6)$$

Если на выбранной дороге прогнозируются *благоприятные условия погоды*, то формула для определения планируемого времени прохождения участка дороги принимает вид

$$T_{\text{план}}^n = \frac{S_n}{V^0}. \quad (7)$$

Наличие неблагоприятных условий погоды (туман, дождь, снег, метель) приводит к соответствующему снижению скорости движения автомобиля, а при появлении смерча движение автомобиля полностью прекращается. Поэтому при

расчете времени прохождения участка со смерчем (участок № 4) время движения по дороге, где может наблюдаться смерч, определяется как

$$T_{\text{факт}}^n = \frac{S_n}{V^0} + t_{\text{п.с}}, \quad (8)$$

и

$$T_{\text{план}}^n = \frac{S_n}{V^0} + t_{\text{п.с}}, \quad (9)$$

где  $t_{\text{п.с}}$  — время ожидания прохождения смерча.

Отклонение в расходах оценивается путем сравнения затрат при фактических и ожидаемых условиях погоды и может быть *положительным* (в случае если наблюдались более неблагоприятные условия погоды, чем те, на которые ориентировался пользователь при принятии решения), *отрицательным* (в случае если наблюдались более благоприятные условия погоды, чем те, на которые ориентировался пользователь при принятии решения) или *равным нулю* (в случае если фактические условия погоды совпали с теми, на которые ориентировался пользователь при принятии решения).

Визуализация результата осуществляется путем вывода на экран следующих сообщений.

Если изменение имеет знак «минус», выводится сообщение: «*снижение расходов относительно плановой величины:  $-X\%$* ». На трассе наблюдались более благоприятные погодные условия, чем те, на которые пользователь ориентировался при принятии решения, и имеет место снижение расходов относительно плановых значений.

Если изменение имеет знак «плюс», выводится сообщение: «*превышение расходов относительно плановой величины:  $+X\%$* ». На трассе наблюдались более опасные погодные условия, чем те, на которые пользователь ориентировался при принятии решения, и имеет место превышение расходов относительно плановых значений.

Если изменение равно нулю, выводится сообщение: «*отклонение расходов относительно плановой величины  $0\%$* ». На трассе наблюдались те погодные условия, на которые пользователь ориентировался при принятии решения, и расходы неизменны относительно плановых значений.

По окончании движения по маршруту пользователь получает информацию о *суммарном изменении затрат* относительно планового значения, определенно-го с учетом прогнозируемых условий погоды, *фактическом времени прохождения маршрута* и *минимально возможном времени прохождения маршрута* при условии благоприятной погоды.

*Суммарное изменение затрат за счет использования прогнозов* погоды представляет собой сумму отклонений в расходах относительно плановой величины (с учетом знака) по всем участкам маршрута и рассчитывается по формуле

$$\Delta \text{затрат} = \sum_1^n \Delta \text{расходов}_n, \quad (10)$$

где  $\Delta$ затрат — суммарное изменение затрат за счет использования прогнозов погоды;  $\Delta$ расходов<sub>*n*</sub> — отклонение фактических расходов от плановых значений при прохождении данного участка дороги;  $n = 4$ . Данная величина характеризует изменение затрат времени на прохождение пути относительно планируемого значения, определяемого на основании длины дороги и прогноза погоды, и обусловлена степенью адекватности прогноза и фактической погоды.

*Фактическое время в пути* рассчитывается по формуле

$$T_{\text{факт}} = \sum_1^n T_{\text{факт}}^n \quad (11)$$

*Минимальное время в пути при благоприятной погоде* характеризует прохождение маршрута по наиболее коротким дорогам на каждом участке при условии осуществления благоприятной погоды. Данная характеристика рассматривается как эталон и определяется следующим образом:

— на каждом участке пути  $n$  для левой и правой дороги рассчитывается время прохождения дороги при благоприятных погодных условиях:

$$t_{\text{благ. лев}}^n = \frac{S_n^{\text{лев}}}{V^0} \quad (12)$$

и

$$t_{\text{благ. прав}}^n = \frac{S_n^{\text{прав}}}{V^0}; \quad (13)$$

— выбирается минимальное время прохождения участка при благоприятной погоде ( $t_{\text{мин.благ}}^n$ ):

$$t_{\text{мин.благ}}^n = \min \{ t_{\text{благ. лев}}^n ; t_{\text{благ. прав}}^n \}. \quad (14)$$

Минимальное время прохождения всего маршрута при благоприятной погоде ( $T_{\text{мин.благ}}$ ) определяется по формуле

$$T_{\text{мин.благ}} = \sum_1^n t_{\text{мин.благ}}^n \quad (15)$$

Учет механизма неопределенности реализации текста прогноза при принятии решений позволяет определить оптимальный маршрут, соответствующий минимальному времени прохождения трассы с учетом прогнозируемых и фактически реализованных условий погоды.

Пользователь метеорологической информации, получая прогноз погоды, при принятии решения может ориентироваться на иную фазу погоды [4], что и показано на рис. 1.

Таким образом, при принятии решения о выборе маршрута учитываются субъективные предпочтения относительно прогностической информации со стороны ЛПР, что приводит к различным экономическим последствиям для пользователя гидрометеорологической информации (влияет на фактическое время прохождения маршрута).



Рис. 1. Варианты реализации субъективных предпочтений пользователя прогностической информации.

Выше отмечалось, что реализация неблагоприятного гидрометеорологического условия вызывает экономические издержки — в данном случае изменяется время прохождения маршрута. В общем случае величина издержек по метеорологическим причинам может быть различна и определяется интенсивностью и продолжительностью опасного явления, эффективностью применяемых мер защиты, их стоимостью, а также заблаговременностью и точностью прогноза погоды [2]. Минимальный уровень издержек по метеорологическим причинам соответствует полному совпадению прогнозируемых и фактически наблюдавшихся условий погоды. Всегда имеется неопределенность относительно будущих условий погоды, которая может быть частично снижена за счет использования гидрометеорологических прогнозов, но не устранена полностью.

Для упрощения модели будем полагать, что заблаговременность прогноза достаточна для реализации мер защиты. При этом снижение скорости автомобиля также рассматривается как мера защиты. Современная теория принятия индивидуальных решений построена на модели ожидаемой (наиболее вероятной) полезности. Полезность метеорологической информации заключается в снижении риска потерь. Мерой риска выступают средние потери по гидрометеорологическим причинам (потери, приходящиеся в среднем на один прогноз). Для выбора оптимального решения, обеспечивающего минимум средних потерь по гидрометеорологическим причинам, необходимо располагать двумя видами информации: экономической, представленной в виде матрицы потерь  $\|s_{ij}\|$  как частного случая

функции полезности гидрометеорологической информации, и метеорологической, представленной в виде матрицы сопряженности  $\|n_{ij}\|$  прогнозируемых и фактически осуществившихся значений метеорологических условий. В данном случае матрица потерь содержит сведения о времени прохождения участков маршрута в зависимости от ожидаемых и фактически осуществившихся условий погоды.

На рис. 2 представлена схема выбора оптимального управленческого решения на основе байесовского подхода к оценке средних потерь.

Байесовский подход к оценке средних потерь основан на использовании условных вероятностей осуществления фазы погоды  $\Phi_i$  при известном тексте прогноза  $\Pi_j$ . Тем самым учитывается вероятность, с которой можно ожидать осуществления неблагоприятного явления или условия погоды, если об этом явлении (условии) уже имеется предварительная информация в виде прогноза. Для того чтобы учесть субъективное отношение ЛПР к прогностической информации в модели принятия управленческих (погодо-хозяйственных) решений, разрабатывается



Рис. 2. Выбор оптимального управленческого решения на основе гидрометеорологической информации.

матрица систематических потерь  $\|\bar{R}_{kj}\|$ , элементы которой представляют собой средние потери пользователя при условии, что, получив данный текст прогноза  $\Pi_p$ , он вправе выбирать ориентацию  $d_k$  на любую иную погоду  $\Phi_i$ .

На основании матрицы систематических потерь для множества возможных состояний погоды и соответствующих им действий разрабатывается оптимальный регламент управленческих (погодо-хозяйственных) решений. При получении прогноза из множества возможных решений необходимо выбрать оптимальное решение, обеспечивающее минимум средних систематических потерь. Постоянный выбор оптимальных погодо-хозяйственных решений обеспечивает минимизацию средних (в статистическом смысле) потерь на временном интервале различной продолжительности. Тем самым осуществляется оперативное управление рисками, основанное на оптимальном использовании метеорологической информации. Основным условием для реализации данного подхода к принятию решений является создание баз данных корреляции прогнозируемой и фактической погоды по времени и пространству, а также банка данных о возможных экономических последствиях управленческих решений, обусловленных влиянием погоды.

В текущей версии тренажера виртуальной реальности «Влияние метеорологических условий на автомобильный транспорт» реализована упрощенная схема определения оптимального времени прохождения маршрута. Рассчитывается *оптимальное время в пути*  $T_{\text{опт}}^n$  с учетом фактически осуществившихся условий погоды в соответствии со следующим алгоритмом.

1. На каждом участке пользователь выбирает один из двух вариантов движения (едет по левой или по правой дороге), ориентируясь на информационное табло. Планируемое время в пути, необходимое для проезда по левой  $T_{\text{план.лев}}^n$  и правой  $T_{\text{план.прав}}^n$  дороге с учетом ожидаемых метеорологических условий, определяется по формулам (6), (7), (9). Поскольку существует неопределенность реализации прогнозов погоды, пользователь может ориентироваться на иные погодные условия, получив данный текст прогноза.

2. Фактическое время движения  $T_{\text{факт}}^n$  на каждом участке определяется протяженностью выбранной дороги и наблюдавшимися условиями погоды (формулы (4), (5), (8)).

3. Оптимальное время движения  $T_{\text{опт}}^n$  по каждому участку определяется минимальным значением фактического времени движения, рассчитанным для левой  $T_{\text{факт.лев}}^n$  и правой  $T_{\text{факт.прав}}^n$  дороги:

$$T_{\text{опт}}^n = \min \{ T_{\text{факт.прав}}^n ; T_{\text{факт.лев}}^n \}. \quad (16)$$

4. Для каждого участка маршрута возможны следующие ситуации:

$T_{\text{факт}}^n = T_{\text{опт}}^n \Rightarrow$  водитель выбрал оптимальный вариант движения;

$T_{\text{факт}}^n > T_{\text{опт}}^n \Rightarrow$  водитель выбрал неоптимальный вариант движения.

5. Оптимальное время прохождения всего маршрута  $T_{\text{опт}}$  описывается формулой

$$T_{\text{опт}} = \sum_1^n T_{\text{опт}}^n. \quad (17)$$

Оптимальное время прохождения маршрута в текущей версии тренажера выводится на экран по окончании маршрута.

В реальности метеорологические затраты в деятельности автотранспортного предприятия могут быть обусловлены не только отклонением фактического времени прохождения маршрута от оптимального, но и влиянием метеорологических условий на расход горюче-смазочных материалов, на сохранность автомобиля и износ его узлов и механизмов. Кроме этого, возможны дополнительные издержки в случае нарушения сроков перевозки (штрафные санкции и т.п.), а также затраты, связанные с приобретением информационной продукции в рамках специализированного гидрометеорологического обеспечения.

### Использование тренажера

Тренажер «Влияние метеорологических условий на автомобильный транспорт» демонстрирует экономическую целесообразность использования метеорологических информационных ресурсов в производственном процессе и является составляющей образовательной программы, направленной на формирование концепции неразрывности экономической деятельности и гидрометеорологических условий. Конструктивно тренажер представляет собой аппаратно-программный комплекс для операционной системы Android и состоит из комплекта очков виртуальной реальности и смартфона. Программное обеспечение: графическая среда разработки трехмерных сцен Unity 3D; язык программирования C#, Python.

Необходимость создания тренажера определяется, наряду с прочими факторами, особенностями усвоения образовательных материалов: большую часть информации обучающиеся усваивают в случае, если они видят, слышат и действуют. В зависимости от поставленных задач возможно усложнение алгоритма тренажера — введение вариации интенсивности и продолжительности неблагоприятных условий погоды, штрафов за отклонение от планируемого времени прохождения маршрута и т.п.

Тренажер был представлен на 19-м Международном научно-промышленном форуме «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность / ICEF)» (Нижний Новгород, 16—19 мая 2017 г.), на Международном форуме «Погода • Климат • Вода / ДЗЗ / Зеленая экономика» (Санкт-Петербург, 14—15 июня 2017 г.), и на 20-м Международном научно-промышленном форуме «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность/ ICEF)» (Нижний Новгород, 15—18 мая 2018 г.).

### Заключение

Создание и реализация подобных образовательных проектов представляют особый интерес для образовательных организаций: применение современных технологий в образовательном проекте позволяет привлечь абитуриентов и повысить

заинтересованность студентов в результатах обучения. Популяризация знаний о применении современных технологий в гидрометеорологии и смежных областях способствует повышению осведомленности общества о значимости метеорологии, формирует погодоориентированное мышление. В перспективе это позволит создать единое цифровое пространство с использованием IoT и AR/VR технологий, где каждый может участвовать в решении проблем качества жизни, в том числе и в гидрометеорологическом аспекте.

*Работа выполнена при поддержке Европейского Союза, программа ERASMUS+, грант 561975—EPP—1—2015—1—FI—EPPKA2—CBHE—JP (2015—3320).*

### **Список литературы**

1. Каршеринг. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.cars—sharing.ru/carsharing>
2. Фокичева А.А., Истомин Е.П., Тимофеева А.Г. Обеспечение гидрометеорологической безопасности социально-экономических систем прибрежных территорий // Труды ГОИ. 2017. Вып. 218. С. 298—309.
3. Фокичева А.А., Истомин Е.П., Тимофеева А.Г., Подгайский Э.В., Слесарева Л.С. Подготовка кадров для национальной гидрометеорологической службы в современных условиях / В сб.: Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. Труды Международной научно-практической конференции «Инфогео-2015». СПб: ООО «Андреевский издательский дом». 2015. Вып. 2 (16). С. 41—45.
4. Хандожко Л.А., Кориунов А.А., Фокичева А.А. Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза опасных гидрометеорологических условий // Метеорология и гидрология. 2003. № 1. С. 5—17.