

DOI 10.25588/CSPU.2020.160.7.004

УДК 681.14: 378.937

ББК 32.973.2: 74.480.26

**А. Л. Королев<sup>1</sup>, Н. Б. Паршукова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ORCID № 0000-0002-7301-3318

Доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, Российская Федерация.

*E-mail: koroleval@cspu.ru*

<sup>2</sup>ORCID № 0000-0001-9872-8996

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, Российская Федерация.

*E-mail: parshukovanb@cspu.ru*

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

### **Аннотация**

*Введение.* Статья посвящена значению исследовательской деятельности в процессе обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики. Уделяется внимание роли моделей, которые можно создать в среде инструментальных систем компьютерного моделирования MVS, RMD, AnyLogic без использования программирования. Цель статьи показать, как можно организовать исследовательскую деятельность студентов с использованием компьютерных моделей.

*Материалы и методы.* Основными методами исследования являются анализ научной литературы, посвященной компьютерному моделированию и обучению моделированию в высших образовательных учреждениях. Статья основана на личном многолетнем опыте преподавания дисциплин «Компьютерное моделирование» и

«Виртуальные лаборатории в школьном курсе информатики», который отражен в учебном пособии [1].

*Результаты.* В статье приводятся примеры компьютерных моделей, которые можно создать в среде компьютерного моделирования MVS, RMD или AnyLogic, а также перечень исследовательских вопросов, которые направлены на более глубокое понимание студентами роли компьютерного моделирования в исследовательской деятельности. Опыт применения данных компьютерных систем доказал их эффективность при реализации подхода «моделирование без использования программирования», как с педагогической, так и исследовательской точек зрения.

*Обсуждение.* Подчеркивается необходимость использования задач, реализующих межпредметные связи и содержащих элементы исследовательской работы, для обучения будущих учителей информатики.

*Заключение.* Таким образом, помимо построения модели как таковой, важной задачей в обучении является решение исследовательских задач.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование; имитационное моделирование; исследовательская деятельность; проектная деятельность.

**Основные положения:**

– определена концепция обучения компьютерному моделированию («моделирование без программирования»), позволяющая сократить время на создание модели и сделать акцент на исследовательском характере моделирования;

– разработаны исследовательские вопросы для будущих учителей информатики, позволяющие проверить построенные модели на адекватность и обучать исследовательской деятельности;

– представлены примеры разработанных моделей.

## 1 Введение (Introduction)

Подготовка будущего учителя информатики включает в себя формирование способностей моделирования процессов и систем, готовности к участию в постановке и проведении экспериментальных исследований, способности к обоснованию правильности выбранной модели, умений сопоставлять результаты экспериментов и полученных модельных решений. Актуальность данной проблемы как основа проектирования и реализации междисциплинарных связей в настоящее время весьма актуальна [2].

В процессе обучения моделированию важно предложить такую платформу, с помощью которой можно без использования программирования разработать модель процесса или системы за ограниченное время. Например, в работах [3; 4] при построении моделей используются системы программирования Visual Basic и Pascal. Программирование потребует дополнительных знаний, умений и усилий. В этой связи, поставленным целям обучения моделированию удовлетворяет системы MVS, RMD, AnyLogic, которые уже почти 15 лет используется не только профессионалами, но и применяется при обучении школьников и студентов разных специальностей для обучения построению и анализу моделей. Разнообразие решаемых задач, а также тот факт, что программное обеспечение может бесплатно использоваться в образовательных целях, ставят вопрос об организации на этой основе проектной деятельности, как среди школьников, так и среди студентов [5; 6; 1; 7].

Проблеме формирования исследовательской компетенции у студентов, будущих педагогов, уделяется внимание в работе [7, 42; 8]. Моделирование как вид исследовательской деятельности позволяет привить студентам поисковые, аналитические навыки, умения

проверять, адекватны ли полученные результаты, все ли факторы учтены в модели. Дисциплины «Компьютерное моделирование», «Виртуальные лаборатории в школьном курсе информатики» вносят свой вклад в исследовательскую деятельность обучающихся.

## **2 Материалы и методы (Materials and methods)**

Многолетний опыт преподавания дисциплин «Компьютерное моделирование» и «Виртуальные лаборатории в школьном курсе информатики» позволил аккумулировать качественное содержание лекционного и лабораторного учебного материала [1; 5]. Концепция «моделирование без программирования» позволила отобрать системы для моделирования и предложить студентам такое содержание лабораторных работ, которое позволяет погрузиться в разработку моделей экономических, физических, биологических и социальных систем. Моделирование без программирования исключает длительное время по созданию и отладке программ при построении моделей. Работа в системах программирования требует достаточно глубоких знаний и больших навыков. Особое значение компьютерное моделирование получает за счет то, что компьютер становится средством познания [5, 45], аналогичный вывод делается в работе [9].

В основе методологии моделирования обобщены системы междисциплинарных знаний в различных областях. При подготовке будущих учителей информатики упор делался на построение моделей из различных областей школьной программы с привлечением межпредметных связей, что весьма важно для учителя информатики. Такое наполнение содержания информатики как учебной дисциплины задачами, которые реализуют межпредметные связи, обогащает ее, а конкретные учебные предметы получают мощное средство решения собственных задач. Вследствие этого

реализуется возможность интеграции образования и проектная деятельность. Становится очевидной реальная польза от информатики и громадная область практического приложения полученных при ее изучении знаний, что актуально как в школе, так и в университете [7; 5, 43].

Для проверки сформированности навыков исследовательской деятельности студентам для каждой модели формулировался ряд исследовательских вопросов, на которые необходимо ответить только с помощью компьютерных экспериментов на построенной модели. Экспериментальное исследование проводилось на базе направлений подготовки — 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Информатика», и 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили «Математика. Информатика», «Физика. Информатика», «Информатика. Иностранный язык», «Информатика. Экономика». Целью исследования являлось доказательство эффективности выбранного подхода при изучении компьютерного моделирования.

### **3 Результаты (Results)**

Для успешного формирования исследовательских навыков при компьютерном моделировании в деятельность по созданию моделей следует включить вопросы, позволяющие проверять модель на адекватность, чувствительность к изменениям параметров и условий.

Для построения моделей использовались системы компьютерного моделирования MVS, RMD, AnyLogic, позволяющие без использования программирования с помощью объектов строить модели любой сложности. Модели могут содержать графики, диаграммы, 3D анимацию, а также, специальные управляющие элементы, позволяющие менять параметры и исследовать поведение модели, т. е. проводить полноценный вычислительный эксперимент. Студенты, постро-

ив модель, должны найти ответы на исследовательские вопросы, которые можно получить только в ходе вычислительного эксперимента. Продолжением исследовательской деятельности с применением компьютерного моделирования является разработка курсовых работ и выпускных квалификационных работ. Например, в рамках такой работы была создана модель сети сотовой связи с восемью базовыми станциями, двумя контроллерами локальной зоны и одним центром управления.

Другая задача состоит в моделировании работы супермаркета, цель которого — извлечь максимум прибыли. Например, сколько касс должно быть в магазине? С одной стороны, кассы не должны простаивать, а с другой стороны, из-за их нехватки не должны создаваться очереди. Лишние кассы — лишние затраты, очереди — потеря покупателей и прибыли.

Модель «Перекресток» предназначена для исследования транспортного трафика с учетом интенсивности потоков, заданных вероятностей выбора того или иного направления поворота. Модель позволяет имитировать ситуацию на перекрестке с вариацией длительности разрешающих сигналов светофора и вероятности выбора направления движения, т. е. исследовать условия организации движения. В принципе система AnyLogic позволяет построить аналогичную модель движения для всего города и оптимизировать этот процесс, что в настоящее время весьма актуально вследствие роста интенсивности движения (рисунок 1).

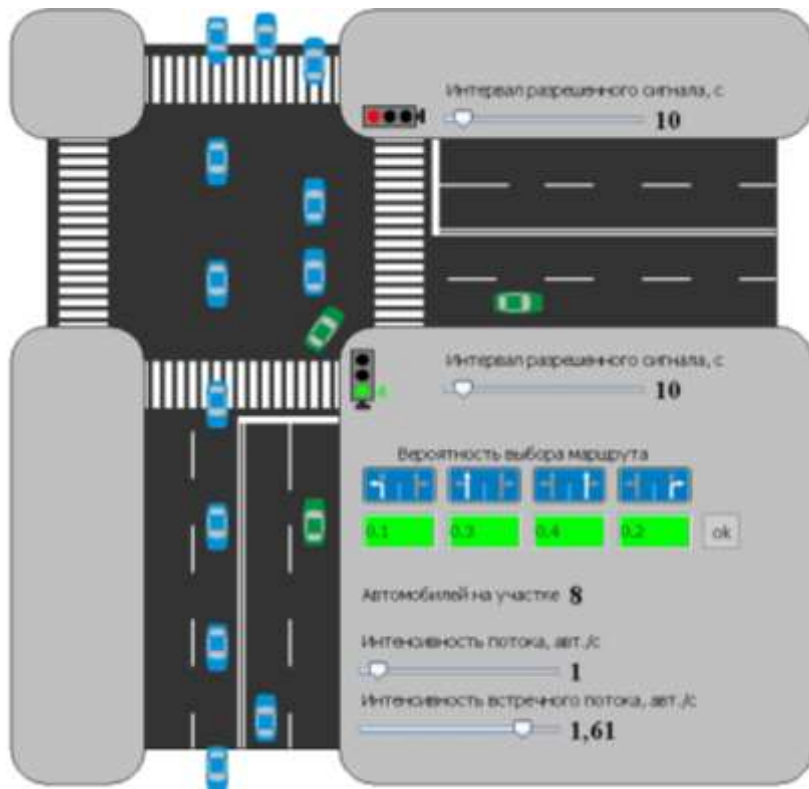


Рисунок 1 — Модель движения транспорта на перекрестке

Figure 1 — Traffic model at the intersection

Таким образом, происходило обучение студентов такой важной задаче, как постановка и проверка гипотезы в рамках модельного вычислительного эксперимента. Содержание некоторых задач компьютерного моделирования и исследовательских вопросов представлены в таблице (Таблица 1).

**Таблица 1 — Содержание исследовательских вопросов в процессе изучения поведения модели**

**Table 1 — The content of research questions in the process of studying the behavior of the model**

Задача моделирования	Исследовательский вопрос
<b>Модель «Перекресток» (рисунок 1)</b>	
<p>На ближайшем к университету перекрестке наблюдается интенсивное движение транспорта и пешеходов по всем направлениям. На основе модели исследовать организацию проезда перекрестка транспортом и передвижения пешеходов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подобрать оптимальное время для разрешающих сигналов светофора по всем направлениям движения.</li> <li>2. Путем варьирования вероятностей выбора направления движения выявить условия организации пробки направлении.</li> <li>3. Установить оптимальные параметры работы светофоров.</li> </ol>
<b>Модель движения посетителей университета (рисунок 2)</b>	
<p>В вузе происходит приемная кампания. Абитуриенты входят через центральный вход университета и концентрируются на первом этаже, встречая информационные стенды. С одной стороны, такие стенды сни-</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как меняется движение посетителей университета, если интенсивность увеличилась до 300 человек в час? Приведет ли это к возникновению очередей?</li> <li>2. Влияет ли расположение информационных стендов на характер</li> </ol>



Продолжение таблицы 1

Задача моделирования	Исследовательский вопрос
<b>Модель движения посетителей университета (рисунок 2)</b>	
<p>жают нагрузку со специалистов приемной кампании, однако, расположенные в неправильном месте при высокой пешеходной нагрузке будут приводить к коллапсам, что может негативно сказаться и на приемной кампании вуза. Построим модель движения абитуриентов и исследуем местоположение стенда.</p>	<p>движения и на возникновение очереди при проверке и приеме документов? Где лучше располагать информационные стенды?</p> <p>3. Как повлияет на работу вахты, если приход в университет абитуриентов может совпасть с приходом на занятия студентов? Какое оптимальное количество охранников для проверки документов следует выставить?</p>
<b>Модель супермаркета (рисунок 3)</b>	
<p>В магазине каждый продукт имеет свою цену. Покупатель выбирает определенное количество товаров (условно это - молоко, сыр, масло, хлеб). Оплачивает свои покупки, стоимость корзины зависит от количества товаров и цены. При оплате товаров на кассе может возникнуть очередь..</p>	<p>1. Какую выручку за время моделирования получит магазин?</p> <p>2. При каких значениях параметров использования рабочего времени кассира можно добиться коэффициента 0,7?</p> <p>3. Определить среднюю длину очереди. Согласно статистике, очередь будет покидать каждый пятый покупатель. При каких параметрах это будет происходить?</p>

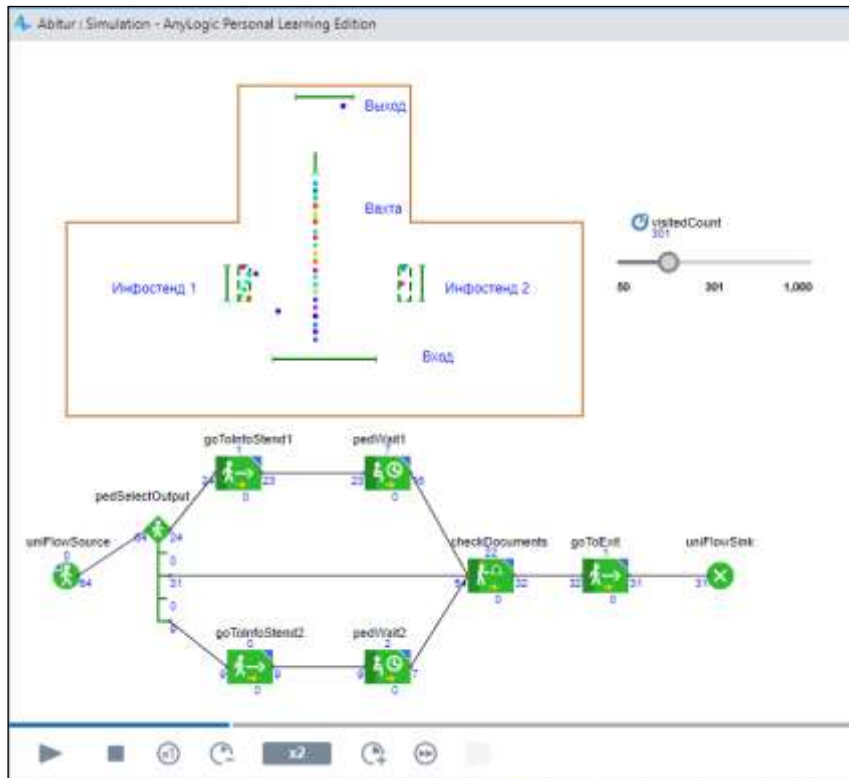


Рисунок 2 — Модель движения посетителей университета

Figure 2 — The model of the movement of university visitors



Рисунок 3 — Имитационная модель работы супермаркета в системе AnyLogic

Figure 3 — Simulation model of the supermarket operation in the AnyLogic system

#### 4 Обсуждение (Discussion)

Анализ ряда источников показал, что постановке исследовательских задач при обучении студентов, будущих учителей информатики, компьютерному моделированию уделяется недостаточное внимание [3; 4; 10]. Между тем, моделирование как вид исследовательской деятельности не должен ограничиваться только построением моделей. Для будущих учителей информатики, чья профессиональная деятельность будет связана со школьным образованием, важны для изучения модели, связанные с жизненными ситуациями, где модель можно легко проверить на адекватность.

Во многих источниках наблюдается анализ моделей в технических системах. Специфические знания, которые требуются для построения и анализа этих моделей, не позволят будущим учителям информатики проверить некоторые гипотезы. Поэтому мы считаем, что оптимальным подходом в концепции «моделирование без программирования» является использование указанных выше систем компьютерного моделирования, позволяющих создавать модели реальных процессов, понятных будущим учителям информатики и отражающих межпредметные связи, и проводить исследования на базе этих моделей. Этот результат и будет «современным с точки зрения использования инструментов информационных технологий и подходов к их изучению, образовательных технологий» [6].

#### 5 Заключение (Conclusion)

Курсы «Компьютерное моделирование» и «Виртуальные лаборатории в школьном курсе информатики» должны быть построены на базе программных систем без программирования с использованием задач из разнообразных разделов школьной программы и задач с жизненными ситуациями, которые можно проверить на адекватность. Способности к компьютерному моделированию и анализу

результатов моделирования является неотъемлемой частью профессиональных компетенций современного учителя информатики. При организации занятий по компьютерному моделированию студенту важно не только правильно построить модель, но и убедиться в ее адекватности. Любая модель может быть средством познания действительности, преподавателю необходимо организовать в ходе модельного эксперимента исследование студентами построенной модели. Немаловажным аспектом является также способность студента самостоятельно формулировать гипотезы исследования и проверять в ходе компьютерных модельных экспериментов. Такая деятельность является фундаментом для профессиональной работы на высоком уровне будущих учителей информатики.

### **Библиографический список**

1. Королев А. Л., Паршукова Н. Б. Компьютерное моделирование объектов, процессов и систем : учебное пособие. Челябинск. ЮУрГГПУ, 2020. – 330 с.
2. Каримов М. Ф., Латыпова Г.М. Учебное математическое моделирование действительности как основа междисциплинарных связей в средней общеобразовательной школе // Инновационная наука. 2019. № 5. С.166–167.
3. Никитин А. В., Слободянюк А. И., Шишаков М. Л. Компьютерное моделирование физических процессов. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 679 с.
4. Майер Р. В. Компьютерное моделирование : учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов. – Глазов : Глазов. гос. пед. ин-т, 2014. – 626 с.
5. Королев А. Л. Компьютерное моделирование. – Москва : ЛБЗ-БИНОМ, 2010. – 230 с.
6. Самылкина Н. Н., Калинин И. А. Новый взгляд на информатику: имитационное моделирование, искусственный интеллект и блокчейн в углубленном курсе информатики // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе : материалы международной научно-практической интернет-конференции, 24 апреля –12 мая 2020 г. Москва : МПГУ, 2020. С. 18–24.

7. Перминов Е. А., Тестов В. А. Методология моделирования как основа реализации междисциплинарного подхода в подготовке студентов педагогических направлений // Образование и наука. 2020. Т. 22. № 6. С. 9–30. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-6-9-30. (WoS, Scopus).

8. Андреева О. С., Селиванова О. А., Васильева И. В. Комплексная диагностика компонентов исследовательской компетенции у студентов педагогических направлений подготовки // Образование и наука. 2019. Т. 21. № 1. С. 37–58. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-1-37-58. (WoS, Scopus).

9. Горностаева Т. Н., Горностаев О. М. Компьютерное моделирование в школьном и вузовском курсе информатики // Мир науки. Педагогика и психология. 2019 № 6. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/84PDMN619.pdf> (дата обращения: 17.12.2020). (WoS).

10. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. Санкт Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

**A. L. Korolev<sup>1</sup>, N. B. Parshukova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ORCID No. 0000-0002-7301-3318

Docent, Candidate of Engineering Sciences,

Associate Professor at the Department of Informatics,

Information technologies and methods of teaching Informatics,  
South-Ural state Humanities-Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

*E-mail: koroleval@cspu.ru*

<sup>2</sup>ORCID No. 0000-0001-9872-8996

Candidate of Pedagogic Sciences, Docent at the Department of Informatics,  
Information technologies and methods of teaching Informatics, South-Ural  
state Humanities-Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

*E-mail: parshukovanb@cspu.ru*

## **RESEARCH ACTIVITIES OF FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN THE STUDY OF COMPUTER MODELING**

### **Abstract**

*Introduction.* The article is devoted to the importance of research activities in the process of teaching computer modeling to future computer science teachers. Attention is paid to the role of models that can be created in the environment of instrumental com-

puter modeling systems MVS, RMD, AnyLogic without the use of programming. The purpose of the article is to show how students' research activities can be organized using computer models.

*Materials and methods.* The main research methods are the analysis of scientific literature on computer modeling and modeling training in higher educational institutions. The article is based on personal long-term experience of teaching the disciplines “Computer Modeling” and “Virtual laboratories in the school course of computer science”, which is reflected in the textbook [1].

*Results.* The article provides examples of computer models that can be created in the MVS, RMD, or AnyLogic computer modeling environment, as well as a list of research questions that are aimed at improving students' understanding of the role of computer modeling in research activities. The experience of using these computer systems has proved their effectiveness in implementing the “modeling without programming” approach, both from a pedagogical and research point of view.

*Discussion.* The necessity of using tasks that implement interdisciplinary connections and contain elements of research work for the training of future teachers of computer science is emphasized.

*Conclusion.* It is concluded that in addition to the process of building a model as such, an important task in training is the solution of research problems.

**Keywords:** Computer modeling; Simulation modeling; Research activities; Project activities.

**Highlights:**

The concept of training in computer modeling (“modeling without programming”) is defined, which allows to reduce the

time for creating a model and to focus on the research nature of modeling;

Research questions have been developed for future computer science teachers, allowing them to test the constructed models for adequacy and teach them about research activities;

The article presents examples of the developed models.

### References

1. Korolev A.L. & Parshukova N.B. (2020), *Komp'yuternoe modelirovanie ob"ektov, processov i system (uchebnoe posobie)* [Computer modeling of objects, processes and systems: textbook]. Chelyabinsk, 330 p. (In Russian).

2. Karimov M.F. & Latypova G.M. (2019), *Uchebnoe matematicheskoe modelirovanie dejstvitel'nosti kak osnova mezhdisciplinarnykh svyazey v srednej obshcheobrazovatel'noj shkole* [Educational mathematical modeling of reality as the basis of interdisciplinary relations in secondary schools]. *Innovacionnaya nauka*, 5, 166–167. (In Russian).

3. Nikitin A.V., Slobodyanyuk A.I. & Shishakov M.L. (2011), *Komp'yuternoe modelirovanie fizicheskikh processov* [Computer simulation of physical processes]. Moscow, 679 p. (In Russian).

4. Mayer R.V. (2014), *Komp'yuternoe modelirovanie: uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov pedagogicheskikh vuzov* [Computer modeling: an educational and methodological guide for students of pedagogical universities]. Glazov, 626 p. (In Russian).

5. Korolev A. L. (2010), *Komp'yuternoe modelirovanie* [Computer simulation]. Moscow, BINOM, 230 p. (In Russian).

6. Samylkina N.N. & Kalinin I.A. (2020), *Novyj vzglyad na informatiku: imitacionnoe modelirovanie, iskusstvennyj intellekt i blokchejn v uglublennom kurse informatiki* [A new look at computer science: simulation, artificial intelligence, and blockchain in an advanced computer science course]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii "Aktual'nye problemy metodiki obucheniya informatike i matematike v sovremennoj shkole"* [Materials of the international scientific and practical Internet conference "Actual problems of methods of teaching com-



puter science and mathematics in a modern school”, April 24 – May 12]. Moscow, 18–24. (In Russian).

7. Perminov E. & Testov V. (2020), *Metodologiya modelirovaniya kak osnova realizatsii mezhdistitsiplinarnogo podkhoda v podgotovke studentov pedagogicheskikh napravleniy* [Modeling methodology as the basis for implementation of an interdisciplinary approach in the training of students of pedagogical specialties]. *Obrazovaniye i nauka*, 22, 6, 9–30. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-6-9-30. (WoS, Scopus). (In Russian).

8. Andreeva O., Selivanova O. & Vasilyeva I. (2019), *Kompleksnaya diagnostika komponentov issledovatel'skoy kompetentsii u studentov pedagogicheskikh napravleniy podgotovki* [A comprehensive diagnosis of components of pedagogical student's research competency]. *Obrazovaniye i nauka*, 21, 1, 37–58. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-1-37-58. (WoS, Scopus). (In Russian).

9. Gornostaeva T.N., Gornostaev O.M. (2019), *Komp'yuternoye modelirovaniye v shkol'nom i vuzovskom kurse informatiki* [Computer Modeling in the school and university computer science course]. *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya*, 6 (7). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/84PDMN619.pdf>. (Accessed: 17.12.2020). (WoS). (In Russian).

10. Karpov Y.G. (2005), *Imitacionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic* [Simulation of systems. Introduction to modeling with AnyLogic]. *BHV-Peterburg*, St. Petersburg, 400 p. (In Russian).

