



DOI 10.22363/2312-8631-2018-15-4-363-372

УДК 378.147

Натурный эксперимент с применением средств информационно-коммуникационных технологий и мобильных устройств как инструмент формирования исследовательских умений студентов

О.В. Аксенова, В.Ю. Бодряков

Уральский государственный педагогический университет
Российская Федерация, 620151, Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 9

На современном этапе развития образования одним из приоритетных методов обучения является исследовательский метод. Авторами разработана система лабораторных работ по математике, воплощающая исследовательский метод обучения. В статье в качестве примера описывается одна из лабораторных работ «Определение числа e путем измерения параметров цепной линии», выполняя которую студенты получают конкретные навыки постановки и проведения натурального эксперимента, документального оформления и представления результатов исследования. Приведены теоретическое обоснование лабораторной работы и фактические результаты определения числа e (основание натуральных логарифмов), полученные в ходе эксперимента.

Ключевые слова: натурный эксперимент, лабораторные работы по математике

Введение. Принципиальные изменения в экономике, обусловленные возрастающей ролью знаний, развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), становление глобальных рынков труда диктуют новые требования к выпускникам вузов и школ. По мнению Н.Ф. Авдеева [1], наиболее важными требованиями для будущих специалистов являются: мотивация к обучению, умение трансформировать приобретенные знания в инновационные технологии, знание и умение применять методы проведения научных исследований.

В федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования как по группе направлений 44.03.00 — Педагогическое образование (профили: Математика, Информатика и математика и др.) [13], так и по направлениям, не связанным с педагогикой (например, направление подготовки 11.03.01 — Радиотехника [14]), в разделе «Характеристика профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата» указано, что выпускники должны быть готовы к исследовательской деятельности.

В федеральном образовательном стандарте среднего (полного) общего образования [15] описан «портрет выпускника школы», содержащий «набор личностных характеристик, которыми должен обладать учащийся на момент окончания школы», а именно: креативность и критическое мышление, мотивированность на творчество и инновационную деятельность, способность осуществлять учебно-исследовательскую деятельность.

Несомненно, чтобы вовлечь школьников в исследовательскую деятельность, учитель сам должен быть мотивирован и уметь осуществлять данный вид деятельности.

Актуальность исследования определяется противоречием между упомянутыми нормативными требованиями образовательных стандартов в части развития креативных творческих качеств обучающихся и отсутствием (или неразработанностью) соответствующих педагогических инструментов для формирования этих качеств.

Методы. Чтобы вышеперечисленные требования нашли отражение в учебном процессе, их необходимо реализовать в:

- 1) методах обучения;
- 2) дидактических материалах;
- 3) учебных планах [1].

В настоящее время одной из ключевых профессиональных характеристик будущих выпускников становится готовность к исследовательской деятельности. Таким образом, на современном этапе развития образования одним из приоритетных является исследовательский метод обучения. Опираясь на исследования Г.К. Селевко [16], под методом обучения будем понимать способы организации познавательной деятельности обучающихся.

Нами разработана система лабораторных работ по математике, которая воплощает исследовательский метод обучения. На основе анализа литературы [2—6; 8—12; 17—19] под лабораторной работой будем понимать один из видов самостоятельной работы студентов с применением инструментов, материалов, информационных технологий с целью углубления и закрепления теоретических знаний, способствующей осуществлению связи теории с практикой. Особенностью лабораторных работ (ЛР) по математике является их «мобильность»: фактически они могут выполняться в любом месте и не требуют специальных ресурсов (помещений, оборудования, реактивов) или мер безопасности.

Подход, предложенный в данной статье, актуален не только для отечественной школы, но и для зарубежной. Отметим, в частности, работы Yenni B. Widjaja и Andre Neck (Нидерланды) [23], P.J. Shyll (США) [22], Livia Giacardi (Италия) [21]. В этих работах авторы рассматривают методику лабораторного использования специализированных математических пакетов в обучении математике. Abimbade A. и Afolabi S.S. (Нигерия) [20] провели исследования по методам обучения математике и пришли к выводу, что учителями метод лабораторных работ используется незаслуженно редко.

В настоящее время активность зарубежных авторов сместилась в направлении изучения возможностей специализированного математического программного обеспечения, в частности для анимации, симуляции реальных процессов. Однако, в этих работах число конкретных примеров, которыми можно было бы пользоваться в условиях российского образования весьма невелико.

Результаты и обсуждение. Одна из лабораторных работ представляет собой натуральный эксперимент: «Определение числа e путем измерения параметров цепной линии».

Теоретическое обоснование лабораторной работы «Определение числа e путем измерения параметров цепной линии». Как известно, уравнение цепной линии [7]

определяется единственным параметром: $y(x) = a \operatorname{ch}(x/a)$ (рис. 1), где $\operatorname{ch}x = 1/2(e^x + e^{-x})$ — гиперболический косинус аргумента x ; a — расстояние от минимума цепной линии до начала координат. При выводе уравнения цепной линии от функции e^x требовалось лишь выполнение равенства $(e^x)' = e^x$. Численное значение основания e показательной функции остается не определенным. При $x = a$ имеем квадратное уравнение относительно основания e показательной функции, понимаемого как неизвестная величина: $y(a) = 1/2a(e + 1/e)$; параметры же a и $y(a)$ легко определяются при цифровой обработке фотографий цепной линии.

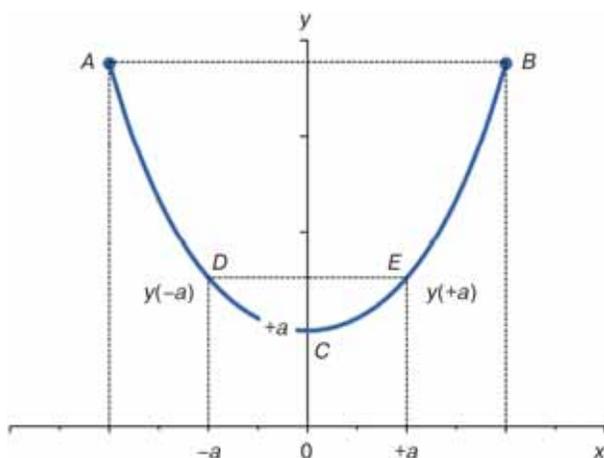


Рис. 1. График цепной линии $y(x) = a \operatorname{ch}(x/a)$

Гипотеза исследования: путем измерения параметров реальной цепи, свободно подвешенной в поле тяжести Земли, можно определить численное значение одной из фундаментальных мировых постоянных — числа e .

Цель лабораторной работы (ЛР): определение числа e путем измерения параметров реальной цепной линии.

Задачи ЛР предлагается сформулировать самим студентам.

Оборудование: стенд для подвешивания цепи, цепь длиной ≈ 1 м, камера или мобильный телефон для фотографирования, компьютер со стандартным ПО (MS Office).

Ход работы. Работа выполняется в малых группах (парами). Цепь подвешивается на стенде (точки подвеса студенты выбирают сами). Затем делается пять или более снимков свободно подвешенной цепи для различных точек подвеса. Далее полученные файлы-изображения обрабатываются с помощью программы MS Paint, имеющей курсор с координатами точек на экране (в экранных пикселях). Численную обработку данных рекомендуется делать в MS Excel. Отчет по ЛР рекомендуется выполнять в текстовом редакторе MS Word.

Обработка результатов. С каждой фотографии каждый студент делает по два независимых определения: $(+a; y(+a))$ и $(-a; y(-a))$, которые на практике могут не совпадать точно. Затем путем решения квадратного уравнения определяются две величины параметра e — для «отступа» от нуля вправо и влево. Таким образом, группа из двух человек с 5 фотографий получает 20 независимых определений числа e . Далее проводится статистическая обработка результатов измерений —

вычисляется среднее значение $\langle e \rangle$ и стандартное отклонение σ , принимаемое за меру случайной ошибки в определении числа e . Расчеты удобно вести с помощью табличного процессора MS Excel.

В данном эксперименте приняли участие более 120 студентов Уральского государственного педагогического университета и Уральского федерального университета (Екатеринбург). Было получено более 400 экспериментальных значений числа e (основание натуральных логарифмов). Фактические результаты представлены на рис. 2.

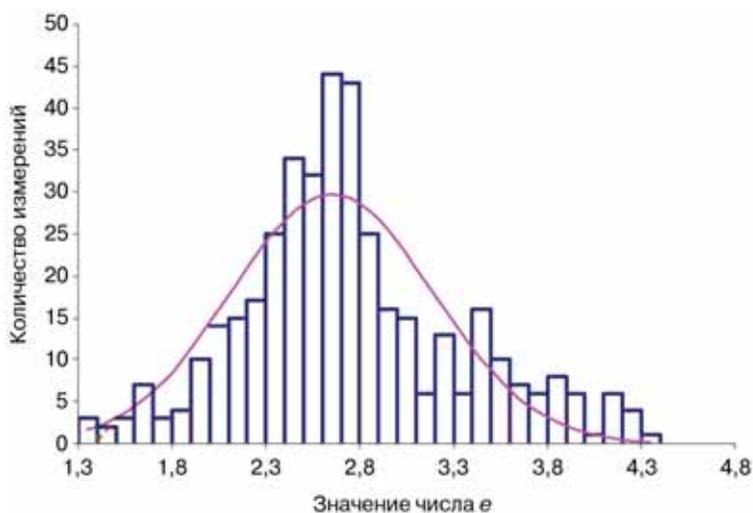
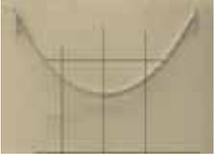
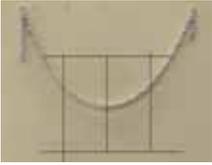


Рис. 2. Гистограмма распределения экспериментальных значений числа e (столбцы), сплошная линия — нормальная кривая

Сплошной линией на рис. 2 показана сглаживающая нормальная кривая со средним $a = 2,652$ и исправленным средним квадратическим отклонением $\sigma = 0,540$. Видно, что гистограмма частотного распределения в целом соответствует нормальному закону, а экспериментальная оценка числа $e_{\text{exp}} = 2,652 \pm 0,540$ соответствует фактической величине $e = 2,71828$. Для достижения лучшего соответствия необходимо увеличить объем экспериментальной выборки. Результаты выполнения ЛР оформляются в виде документального отчета, содержащего элементы научного исследования (указание гипотезы, постановка цели и задач, поиск, обработка и анализ данных, освоение теории, формулирование выводов, оформление текста и т.д.).

Пример отчета по лабораторной работе «Определение числа e путем измерения параметров цепной линии».

| № | Фото | Координаты вершины цепной линии | Координаты нулевой точки | a | $y(a)$ | e |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----|--------|-------|
| 1 |  | (1001; 236) | (1001; 400) | 164 | 216 | 3,242 |

| | | | | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----|-----|-------|
| 2 |  | (229; 232) | (229; 314) | 82 | 125 | 3,048 |
| 3 |  | (228; 160) | (228; 233) | 73 | 118 | 3,232 |
| 4 |  | (235; 194) | (235; 294) | 100 | 136 | 2,721 |
| 5 |  | (302; 250) | (302; 368) | 118 | 168 | 2,847 |

Среднее значение $\langle e \rangle = 3,018$.

Стандартное отклонение $\sigma = 0,231$.

Студент, выполняющий лабораторную работу, подобную описанной, получает конкретные навыки постановки и проведения натурального эксперимента, компьютерной обработки данных, документального оформления и представления результатов исследования.

Под дидактическим материалом понимаются специально созданные или приспособленные для заданных целей обучения учебные материалы и задания. Дидактическим материалом в данном случае является система лабораторных работ, которая выполняет следующие образовательные функции:

1) формирование навыков самостоятельной работы обучающихся (самостоятельно выводят формулу для расчета числа e , основываясь на формулах задания цепной линии и гиперболического косинуса);

2) освоение элементов научного исследования (постановка гипотезы, определение цифровых координат характеристических точек цепной линии, обработка и анализ данных, подтверждение гипотезы исследования);

3) трансформацию полученных знаний в информационные технологии (фотографирование реальной цепной линии, обработка полученных фотографий цепной линии в программе MS Paint, подготовка документального отчета);

4) повышение мотивации к изучению математики (по мнению студентов, данный вид работы необычен, требует систематизации полученных знаний, интересен применением гиперболических функций в жизни и науке);

5) повторение ранее пройденного материала (элементы аналитической геометрии, алгебры);

б) знакомство с новым материалом (история, свойства, применение цепной линии).

Вместе с тем в ходе эксперимента были выявлены следующие недочеты:

1) студенты неправильно делают лабораторные фотографии цепной линии, следовательно их необходимо подробно инструктировать;

2) студенты плохо ориентируются с координатами точек, затрудняются в вычислении расстояний между точками с заданными координатами. В связи с этим студентам предлагается повторить соответствующие разделы аналитической геометрии;

3) студенты затрудняются в цифровой обработке изображений и обработке данных в электронной таблице MS Excel, поэтому студентам предлагается повторить соответствующий теоретический материал, а преподавателю провести дополнительное обучение по основам работы в MS Excel.

Как показал анализ учебных планов для педагогических направлений подготовки за последние 15 лет, у будущих учителей математики не предусмотрены учебные часы на лабораторные занятия по математике. Вместе с тем, отметим, что в учебном плане для направления подготовки 44.03.01 — Педагогическое образование (профиль: Информатика) лабораторные работы предусмотрены и занимают около половины часов от практических занятий по предмету.

Выводы. Подводя итог, можно сказать, что лабораторная работа по математике как особый вид учебной работы:

1) воспринимается студентами с интересом и мотивирует их к углублению своих знаний по математике;

2) может быть использована также и в школе при подготовке исследовательских проектов студентов или школьников по математике или физике;

3) способствует более глубокому осознанию обучающимися прикладного потенциала математических моделей;

4) систематически формирует исследовательские умения обучающихся, включая освоение методологии научного поиска.

© Аксенова О.В., Бодряков В.Ю., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Список литературы

- [1] *Авдеев Н.Ф.* Взгляд неравнодушного профессора на проблемы высшей школы. М.: МГИУ, 2006. 380 с.
- [2] *Аганина К.Ж., Телекбаева К.У.* Интеграция математических дисциплин в процессе подготовки инженерно-технических специальностей // Образование и наука. 2012. № 3. С. 123—132.
- [3] *Васенина Е.А.* Самостоятельная лабораторная работа и компьютерный практикум как методы применения средств ИКТ в образовательном процессе // Информатика и образование. 2010. № 10. С. 42—46.
- [4] *Васенина Е.А.* Фронтальная лабораторная работа как метод применения средств ИКТ в образовательном процессе // Информатика и образование. 2010. № 9. С. 62—65.
- [5] *Горев П.М., Шувалов К.И.* Курс «Изобретательская геометрия» для учащихся 7—9 классов в системе непрерывного формирования творческого мышления школьников // Концепт. 2016. № 11. С. 1—9.

- [6] *Гурина И.А., Медведева О.А.* Виртуальная информационно-образовательная лаборатория как средство развития самостоятельности школьников // Информатика и образование. 2007. № 3. С. 107–109.
- [7] Дифференциальные уравнения. Уравнения цепной линии. URL: <http://www.math24.ru> (дата обращения: 20.11.2017).
- [8] *Мань Нгуен Дык.* Организация самостоятельной работы студентов при изучении дифференциальных уравнений в педузах Вьетнама // Ярославский педагогический вестник. 2011. № 3. С. 160–164.
- [9] *Марко И.Г.* Эксперимент как средство актуализации межпредметных связей на уроках математики // Интеграция образования. 2013. № 2 (71). С. 62–65.
- [10] *Павлова М.С., Любушкина Л.М.* Физический эксперимент — способ развития творческого мышления // Физика в школе. 2006. № 1. С. 18–20.
- [11] Педагогическая энциклопедия / гл. ред. И.А. Каиров, Ф.Н. Петров. М.: Советская энциклопедия, 1965. Т. 2. 912 с.
- [12] *Полонский В.М.* Словарь по образованию и педагогике. М.: Высшая школа, 2004. 512 с.
- [13] Приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 № 179 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата). URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.11.2017).
- [14] Приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 № 179 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (уровень бакалавриата)». URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.11.2017).
- [15] Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования».
- [16] *Селевко Г.К.* Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. Т. 1. М.: Народное образование, 2005. 556 с.
- [17] *Терегулов Д.Ф.* Подготовка будущих учителей к использованию натурно-вычислительного эксперимента при обучении физике: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2017. 24 с.
- [18] *Усова А.В., Бобров А.А.* Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. М.: Просвещение, 1988. 112 с.
- [19] *Ширизова Т.А., Полякова Т.А.* Лабораторные работы как средство мотивации и активизации учебной деятельности учащихся // Омский научный вестник. 2015. № 4 (141). С. 188–190.
- [20] *Abimbade A., Afolabi S.S.* A Study of Pedagogical Approaches of Mathematics Teaching in Southwestern States of Nigeria // International journal of Asian Social Science. 2012. Vol. 2. No. 8. Pp. 1182–1192.
- [21] *Giacardi L.* The emergence of the idea of the mathematics laboratory at the turn of the twentieth century // “Did where you stand”. Proceedings of the Second “International Conference on the History of Mathematics Education” (October 2–5, 2011, New University of Lisbon, Portugal). Portugal, New University of Lisbon, 2011. Pp. 203–225.
- [22] *Shull P.J.* Improved Learning of Engineering Mathematics through Hands-on, Real-world Laboratory Experiments // The Technology Interface Journal (Winter, Special Issue). 2009.
- [23] *Widjaja Y.B., Heck A.* How a Realistic Mathematics Education Approach and Microcomputer-Based Laboratory Worked in Lessons on Graphing at an Indonesian Junior High School // Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. 2003. Vol. 26. No. 2. Pp. 1–51.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 26 марта 2018

Дата принятия к печати: 21 мая 2018

Для цитирования:

Аксенова О.В., Бодряков В.Ю. Натурный эксперимент с применением средств информационно-коммуникационных технологий и мобильных устройств как инструмент формирования исследовательских умений студентов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2018. Т. 15. № 4. С. 363—372. DOI 10.22363/2312-8631-2018-15-4-363-372

Сведения об авторах:

Аксенова Ольга Владимировна, ассистент кафедры высшей математики и методики обучения математике Уральского государственного педагогического университета. *Контактная информация:* e-mail: aksenova421@yandex.ru

Бодряков Владимир Юрьевич, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики и методики обучения математике Уральского государственного педагогического университета. *Контактная информация:* e-mail: Bodryakov_vyu@e1.ru

The experiment with the use of information and communications technology and mobile devices as a tool of formation of research skills of students

O.V. Aksenova, V.Yu. Bodryakov

Ural State Pedagogical University
9 K. Libknekhta St., Ekaterinburg, 620151, Russian Federation

At the present stage of development of education one of the priority of the teaching methods is the method islets. The authors developed a system of laboratory work in mathematics, which embodies the islets teaching method. The article describes one of the laboratory work “determination of the number e by measuring the parameters of the CEP line”, doing that, the students get specific skills in post and carrying out the experiment turn, the skills of document design research findings. The authors give theoretical justification and the results of the laboratory work fact the number e , obtained in the course of the experiment.

Key words: the experiment, the laboratory work in mathematics

References

- [1] Avdeev N.F. *Vzglyad neravnodushnogo professora na problemy vysshej shkoly [The view of the concerned professor on the problems of higher education]*. M.: MGIU, 2006. 380 p.
- [2] Aganina K.Zh., Telekbaeva K.U. Integraciya matematicheskikh disciplin v processe podgotovki inzhenerno-tekhnicheskikh special'nostej [Integration of mathematical disciplines in the preparation of engineering specialties]. *Obrazovanie i nauka [Education and science]*. 2012. Pp. 123—132.
- [3] Vasenina E.A. Samostoyatel'naya laboratornaya rabota i komp'yuternyj praktikum kak metody primeneniya sredstv IKT v obrazovatel'nom processe [Independent laboratory work and computer workshops as methods of use of ICT in the educational process]. *Informatika i obrazovanie [Computer science and education]*. 2010. No. 10. Pp. 42—46.

- [4] Vasenina E.A. Frontal'naya laboratornaya rabota kak metod primeneniya sredstv IKT v obrazovatel'nom processe [Frontal laboratory work as a method of application of means of information technologies in educational process]. *Informatika i obrazovanie [Computer science and education]*. 2010. No. 9. Pp. 62–65.
- [5] Gorev P.M., Shuvalov K.I. Kurs "Izobretatel'skaya geometriya" dlya uchashchihsya 7–9 klassov v sisteme nepreryvnogo formirovaniya tvorcheskogo myshleniya shkol'nikov [The course "Inventive geometry" for students of 7–9 grades in the system of continuous formation of creative thinking of students]. *Koncept [Concept]*. 2016. No. 11. Pp. 1–9.
- [6] Gurina I.A., Medvedeva O.A. Virtual'naya informacionno-obrazovatel'naya laboratoriya kak sredstvo razvitiya samostoyatel'nosti shkol'nikov [Virtual information and educational laboratory as a means of development of students' independence]. *Informatika i obrazovanie [Computer science and education]*. 2007. No. 3. Pp. 107–109.
- [7] *Differencial'nye uravneniya. Uravneniya cepnoj linii [Differential equation. The equation of a catenary]*. URL: <http://www.math24.ru> (accessed: 20.11.2017).
- [8] Man' Nguen Dyk. Organizaciya samostoyatel'noj raboty studentov pri izuchenii differencial'nyh uravnenij v pedvuzah V'etnama [The organization of independent work of students in the study of differential equations in the teacher training institutions of Vietnam]. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik [Yaroslavl pedagogical Bulletin]*. 2011. No. 3. Pp. 160–164.
- [9] Marko I.G. Ehksperiment kak sredstvo aktualizacii mezhpredmetnyh svyazej na urokah matematiki [Experiment as a means of actualization of intersubject connections at mathematics lessons]. *Integraciya obrazovaniya [Integration of education]*. 2013. No. 2(71). Pp. 62–65.
- [10] Pavlova M.S., Lyubushkina L.M. Fizicheskij ehksperiment — sposob razvitiya tvorcheskogo myshleniya [Physical experiment is a way of developing creative thinking]. *Fizika v shkole [Physics at school]*. 2006. No. 1. Pp. 18–20.
- [11] *Pedagogicheskaya ehnciklopediya [Pedagogical encyclopedia]*. Gl. red. I.A. Kairov, F.N. Petrov. T. 2. M.: Sovetskaya ehnciklopediya, 1965. 912 p.
- [12] Polonskij V.M. *Slovar' po obrazovaniyu i pedagogike [The dictionary of education and pedagogy]*. M.: Vysshaya shkola, 2004. 512 p.
- [13] *Prikaz Minobrnauki Rossii ot 04.12.2015 № 179 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 44.03.01 Pedagogicheskoe obrazovanie (uroven' bakalavriata)" [The order of the Ministry of Education and Science of Russia of 04.12.2015 No. 179 "on approval of the Federal state educational standard of higher education in the field of training 44.03.01 Pedagogical education (bachelor level)"]*. URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (accessed: 20.11.2017).
- [14] *Prikaz Minobrnauki Rossii ot 06.03.2015 № 179 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 11.03.01 Radiotekhnika (uroven' bakalavriata)" [The order of the Ministry of Education and Science of Russia of 06.03.2015 No. 179 "on approval of the Federal state educational standard of higher education in the field of training 11.03.01 Radio Engineering (bachelor level)"]*. URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (accessed: 20.11.2017).
- [15] *Prikaz Minobrnauki Rossii ot 17.05.2012 № 413 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta srednego (polnogo) obshchego obrazovaniya» [The order of the Ministry of Education and Science of Russia dated 17.05.2012 No. 413 "on approval of the Federal state educational standard of secondary (full) general education"]*.
- [16] Selevko G.K. *Ehnciklopediya obrazovatel'nyh tekhnologij [Encyclopedia of educational technologies]*. V 2 t. T. 1. M.: Narodnoe obrazovanie, 2005. 556 p.
- [17] Teregulov D.F. *Podgotovka budushchih uchitelej k ispol'zovaniyu naturno-vychislitel'nogo ehksperimenta pri obuchenii fizike [Preparation of future teachers for the use of full-scale computational experiment in teaching physics]*: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Ekaterinburg: UrGPU, 2017. 24 p.
- [18] Usova A.V., Bobrov A.A. *Formirovanie uchebnyh umenij i navykov uchashchihsya na urokah fiziki [Formation of educational abilities and skills of pupils at physics lessons]*. M.: Prosveshchenie, 1988. 112 p.

- [19] Shirshova T.A., Polyakova T.A. Laboratornye raboty kak sredstvo motivacii i aktivizacii uchebnoj deyatel'nosti uchashchihsya [Laboratory work as a means to motivate and enhance the educational activities of teachers]. *Omskij nauchnyj vestnik [Omsk scientific Bulletin]*. 2015. No. 4(141). Pp. 188–190.
- [20] Abimbade A., Afolabi S.S. A Study of Pedagogical Approaches of Mathematics Teaching in Southwestern States of Nigeria. *International Journal of Asian Social Science*. 2012. Vol. 2. No. 8. Pp. 1182–1192.
- [21] Giacardi L. The emergence of the idea of the mathematics laboratory at the turn of the twentieth century. “Did where you stand”. *Proceedings of the Second “International Conference on the History of Mathematics Education” (October 2–5, 2011, New University of Lisbon, Portugal)*. Portugal, New University of Lisbon, 2011. Pp. 203–225.
- [22] Shull P.J. Improved Learning of Engineering Mathematics through Hands-on, Real-world Laboratory Experiments. *The Technology Interface Journal (Winter, Special Issue)*. 2009.
- [23] Widjaja Y.B., Heck A. How a Realistic Mathematics Education Approach and Microcomputer-Based Laboratory Worked in Lessons on Graphing at an Indonesian Junior High School. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. 2003. Vol. 26. No. 2. Pp. 1–51.

Article history:

Received: 26 March 2018

Accepted: 21 May 2018

For citation:

Aksenova O.V., Bodryakov V.Yu. (2018). The experiment with the use of information and communications technology and mobile devices as a tool of formation of research skills of students. *RUDN Journal of Informatization in Education*, 15(4), 363–372. DOI 10.22363/2312-8631-2018-15-4-363-372

Bio Note:

Aksenova Olga Vladimirovna, assistant of the chair of higher mathematics and methods of teaching mathematics, Ural state pedagogical university. *Contact information:* e-mail: aksenova421@yandex.ru

Bodryakov Vladimir Yur'evich, doctor of physics and mathematical sciences, head of chair of higher mathematics and methods of teaching mathematics, Ural state pedagogical university. *Contact information:* e-mail: Bodryakov_vyu@el.ru