

УДК 61:311:3782

UDC 61:311:378

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ-ГЕНЕРАТОРА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ПРИКЛАДНОЙ СТАТИСТИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ****USE OF PROGRAM-GENERATOR OF TEST TASKS IN APPLIED STATISTICS FOR STUDENTS OF MEDICAL HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENTS**

**А. В. Копыцкий,**  
*магістр естественных наук, старший преподаватель кафедры медицинской и биологической физики ГрГМУ*

**A. Kapytski,**  
*Master of Natural Studies, Senior Teacher of the Department of Medical and Biological Physics, Grodno State Medical University*

Поступила в редакцию 04.10.21.

Received on 04.10.21.

В статье описывается программа-генератор шаблонных тестовых заданий по прикладной статистике для студентов медицинских вузов Республики Беларусь. Также описано применение данной программы совместно с СДО Moodle для сопровождения образовательного процесса дисциплин «Основы статистики» и «Математическая статистика в медицине». Обосновывается необходимость автоматизированной генерации практических заданий, закрепляющих навыки решения типовых задач в области прикладной статистики. Программа-генератор, написанная на языке «R», состоит из набора скриптов сценариев задач, и скрипта-вызывателя этих сценариев. Программа позволяет за короткое время получить большое количество тестовых заданий в форматах «gift», «Moodle xml», пригодных для импорта в СДО Moodle, или в формате «docx» – для контрольных работ. Гибкость программного решения позволяет адаптировать его для других учебных дисциплин.

*Ключевые слова:* контрольно-измерительные материалы, тестирование, язык программирования «R», математическая статистика в медицине, прикладная статистика.

The article describes the program-generator of template test tasks in applied statistics for students of medical universities. It also describes the use of the given program joint with the system of distance education “Moodle” for maintaining the educational process of the disciplines “Bases of Statistics” and “Mathematical Statistics in Medicine”. It substantiates the necessity of automated generation of practical tasks that consolidate the skills of solving typical problems in the sphere of applied statistics. The program-generator written in “R” language consists of a set of scripts of problems and the scripts launching them. The program allows in short time to obtain a large amount of test tasks in formats “gift”, “Moodle xml” which are suitable for importing into SDE “Moodle” or in format “docx” for test papers. The flexibility of program solution allows to adapt it for other disciplines.

*Keywords:* control-measuring materials, testing, programming language “R”, mathematical statistics in medicine, applied statistics.

**Введение.** Современная медицина диктует новые требования к компетенциям врача, и одним из этих требований является умение использовать методы доказательной медицины и методы обработки медико-биологической информации. Большинство из них связаны с использованием математической статистики. По этой причине начиная с 2014 года в большинстве медицинских вузов Республики Беларусь в учебных планах появились дисциплины, так или иначе относящиеся к статистике.

Особенностями, которые необходимо учитывать при преподавании данных дисциплин в медицинских вузах, является то, что студенты-медики не имеют фундаментальной математической подготовки и количество аудиторных часов, отводимое на изуче-

ние этих дисциплин, как правило, невелико. Одним из эффективных решений возникших проблем является, на наш взгляд, такая организация образовательного процесса, при которой особое внимание уделяется доступности информации и формированию у студентов практических навыков решения типовых задач из области прикладной статистики. Поэтому создание типовых заданий, а также адекватных, разнообразных, практико-ориентированных контрольно-измерительных материалов (КИМ) по статистике для студентов-медиков является актуальным. Решение этой задачи приводит к необходимости создания и внедрения в образовательный процесс программ-генераторов типовых заданий, также требуется сопряжение этих генераторов со средами, в которых

эти задания размещаются позднее в виде тестов. Создать такую базу вручную затруднительно, поэтому мы разработали генератор тестовых заданий на языке программирования «R», способный за короткое время создавать большой объем типовых тестовых заданий.

В поисках решения нами были рассмотрены известные, описанные в научной литературе доступные программы для генерации шаблонных заданий и сервисы для управления тестами. На сегодняшний день в вузах Республики Беларусь и стран СНГ используется множество систем дистанционного обучения (СДО): Google Classroom [1; 2], iSpring Suite [3–5], Moodle [5–7] и т. д., в рамках которых есть сервисы, предназначенные для управления заданиями. Эти среды позволяют создавать упражнения и задачи различных типов, управлять ими, объединять в тесты и пр., однако ручное составление или ручное наполнение банков однотипных заданий нерационально, так как требует существенных временных затрат. Поэтому актуальным является автоматическая генерация тестовых заданий при помощи простых и доступных широкому кругу пользователей компьютерных программ.

Данная проблема на сегодняшний день не имеет универсального решения [8; 9]. Это связано с тем, что области применения генераторов заданий различны, используются специфические подходы к их написанию и развитию; часто исходный код генераторов не доступен либо не имеется конечного пользовательского интерфейса и инструкций по освоению программного решения. При использовании сторонних программных решений также требуются временные и финансовые затраты на их освоение, гарантии долговременной поддержки. Помимо этого, должна быть уверенность, что возможности генераторов позволяют создавать задачи, соответствующие учебным программам изучаемых дисциплин как по содержанию, так и по сложности. Поэтому распространенной практикой является то, что кафедры вузов самостоятельно разрабатывают генераторы для своих дисциплин [10].

С целью создания тестовых заданий, полностью соответствующих учебным программам дисциплин «Основы статистики»

и «Математическая статистика в медицине», преподаваемым в Гродненском государственном медицинском университете, была разработана компьютерная программа на языке программирования «R». Выбор языка обусловлен тем, что он предназначен для обработки статистических данных, прост в освоении, имеется большое количество справочной информации и примеров его использования. Также «R» позволяет решать и общие задачи в программировании (работа со строками, файлами, графикой и т. д.). Таким образом, цель данной статьи состоит в описании оригинальной компьютерной программы (написанной на языке программирования «R») для генерации шаблонных тестовых задач по прикладной статистике и в описании применения данной программы в образовательном процессе медицинского вуза.

**Структура программы-генератора шаблонных задач.** По определению В. С. Аванесова, тест – система заданий возрастающей трудности, позволяющая качественно и эффективно измерить уровень и оценить структуру подготовленности учащихся [11].

Это стандартизированная процедура измерений учебных достижений обучаемых, обработки результатов тестирования, количественного и качественного анализа учебной деятельности. К основным критериям качества теста относятся надежность, валидность и объективность. Эти критерии были взяты за основу при разработке оригинального программного решения на языке «R».

Основными элементами нашей программы являются скрипты, каждый из которых связан с соответствующей типовой задачей. Конкретный скрипт реализует сценарий создания некоторого тестового задания (то есть является шаблоном). Каждый скрипт вызывается необходимое число раз скриптом-генератором, возвращая при каждом обращении готовую шаблонную задачу с новыми данными и ответами. Рассмотрим структуру скриптов сценариев и скрипта-генератора.

**Структура скрипта сценария задачи.** На рисунке 1 представлена структура скрипта сценария типовой задачи.

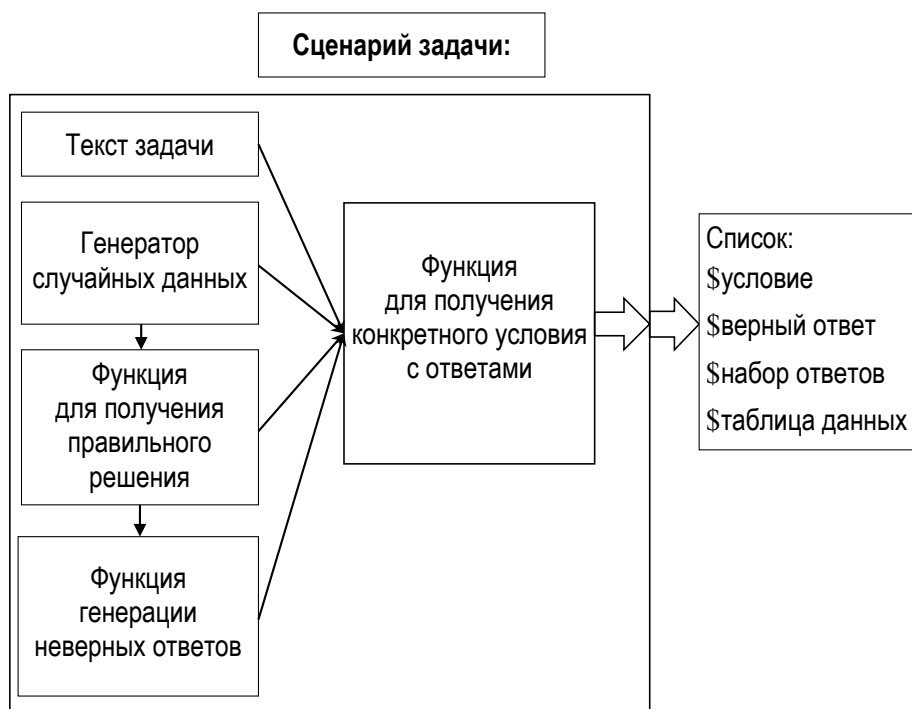


Рисунок 1. – Структура скрипта сценария типовой задачи

В структуре скрипта задачи выделяются несколько констант и функций:

«Текст задачи» – константа, содержащая текстовое условие. При необходимости в ней находятся ключевые слова типа «`###slot_i##`», которые при выполнении скрипта заменяются на данные, полученные от генератора случайных данных.

«Генератор случайных данных» (ГСД) – функция для создания набора случайных данных (чисел, текста). ГСД возвращает вектор чисел, либо текстовый вектор, либо таблицу данных, либо все перечисленные структуры одновременно.

«Функция для получения правильного решения» – предназначена для получения правильного решения задачи на основании данных, принятых от ГСД.

«Функция генерации неверных ответов» – генерирует неверные ответы для теста. При их создании можно прописать сценарии, симулирующие типичные ошибки, совершаемые студентами при решении задачи, или генерировать случайные ответы, отличающиеся от верного более чем на заданный процент (по умолчанию, 15 %).

«Функция для получения конкретного условия с ответами» – эта функция объединяет: текстовое условие, значения, полученные от генератора случайных данных, правильный ответ и набор неправильных ответов. В случае необходимости в тексто-

вое условие вставляются вместо полей «`###slot_i##`» данные, полученные от ГСД. Функция также может форматировать в соответствии с определенными правилами разметки выходной текст (например, согласно форматам «`gift`» или «`Moodle xml`»). Результат работы функции возвращается в виде выходного списка скрипта.

Таким образом, на выходе скрипта задачи возвращается структурированный список, содержащий:

- условие задачи с подставленными числовыми данными;
- верный ответ;
- полный набор ответов;
- таблицу данных (или «`NULL`» в ее отсутствие).

При многократном вызове описанного скрипта за счет генератора случайных данных каждый раз возвращается новая задача с одним и тем же текстовым условием, но с новыми уникальными числовыми данными и новым набором ответов.

**Структура скрипта-генератора.** Генерация множества однотипных задач выполняется скриптом-генератором. Рассмотрим подробнее его устройство (рисунок 2):

«Сканер каталога» – функция, позволяющая получить имена файлов, находящихся в папке, предназначенной для хранения скриптов задач, структура которых рассмотрена выше.

«Вспомогательная функция» – функция для генерации  $n$  однотипных задач, получаемых путем  $n$ -кратного вызова скрипта конкретной задачи. Каждое новое полученное тестовое задание дозаписывается в итоговую строку. Таким образом, на выходе цикла

получается текстовая строка, содержащая  $n$  тестовых заданий, различающихся числовыми условиями. В этой же функции осуществляется разметка текста в соответствии с требуемым форматом выходного файла данных.

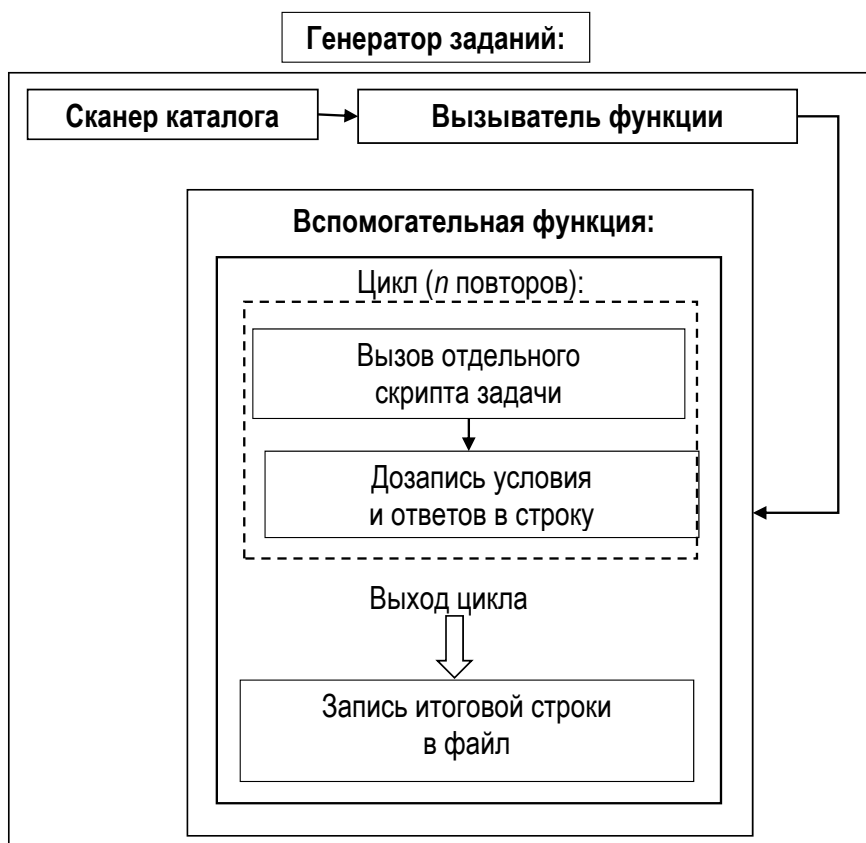


Рисунок 2. – Структура скрипта генератора заданий

По умолчанию используется разметка формата «gift» (специального формата оформления тестовых заданий для среды Moodle). Полученная в результате работы цикла отформатированная итоговая строка помещается в файл с именем, соответствующим данному скрипту, но с другим расширением («txt» или «xml»).

«Вызыватель функции» – цикл, вызывающий вспомогательную функцию, передавая ей в качестве аргумента имя файла соответствующего скрипта. По умолчанию вызыватель запускает вспомогательную функцию для всех файлов с маской имени «task.#.#.r» (где символы «#.#» соответствуют номеру занятия и номеру задачи, соответственно).

Приведенная структура программного решения обеспечивает гибкость его модификации в случае необходимости. Во-первых, можно быстро клонировать скрипт задачи с последующей заменой ее текстового усло-

вия, перенастройкой генератора случайных данных и корректировкой правильного решения. При этом нет необходимости изменять остальные компоненты программы. Во-вторых, изменяя тип форматирования текстовой разметки в генераторе и выполнив некоторые изменения поведения вызывателя в нем, можно получать варианты контрольной работы в формате «docx» для дальнейшей печати. При этом для каждого студента будет получен уникальный набор заданий с различными текстовыми и числовыми условиями, а для преподавателя – документ с верными ответами.

**Результаты использования решения.** Описанная программа используется (с усовершенствованиями) с 2017 года для генерации заданий по дисциплинам «Основы статистики» и «Математическая статистика в медицине» в Гродненском государственном медицинском университете. Гиб-

кость полученного программного решения позволяет быстро адаптировать его для генерации заданий по новым темам, которые появляются в учебных программах дисциплин, либо изменять сложность уже готовых заданий, приводя ее в соответствие с новым учебным материалом. На основании этого решения созданы контрольные работы, тестовые задания и лабораторные работы по указанным предметам, образующие совместно комплекс контрольно-измерительных средств.

Перечислим основные результаты, полученные за время использования авторского программного обеспечения.

1. Анализ результатов сдачи дифференцированных зачетов по дисциплине «Математическая статистика в медицине» студентами медико-психологического факультета УО «Гродненский государственный медицинский университет» по годам (с 2017 по 2020) показывает тенденцию роста зачетных оценок (рисунок 3):  $z = 2,290$ ,  $p = 0,022$  (согласно критерию Джонкхира – Терпстры).

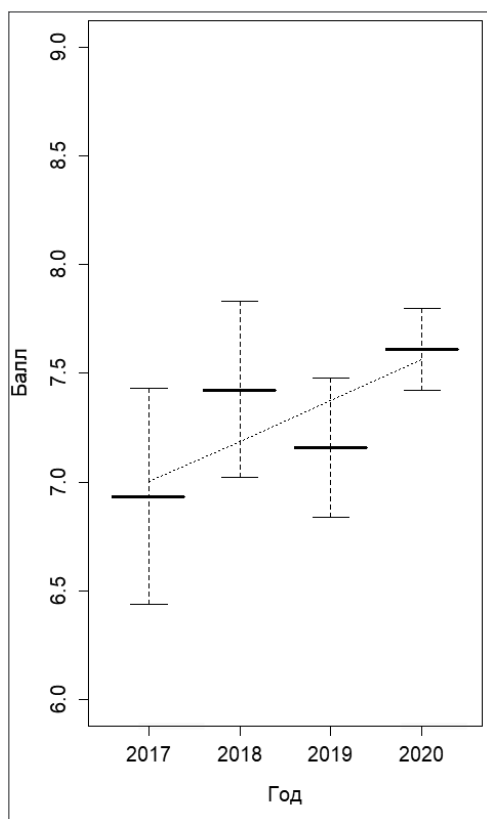


Рисунок 3. – Динамика успеваемости студентов медико-психологического факультета по дисциплине «Математическая статистика в медицине» (указаны 95 %-е доверительные интервалы для средних значений; точечная прямая – график линейного тренда)

Одновременно с ростом оценок на дифференцированных зачетах от года к году увеличивалось число тестов по данной дисциплине, при этом уже готовые тесты при необходимости обновлялись: изменялись формулировки заданий и их сложность.

На сегодняшний день все практические занятия по статистике снабжены тестами, размещенными на образовательном портале университета. Тесты в контексте дисциплины являются важной составляющей процесса получения, отработки и закрепления практических навыков решения типовых задач. Качество закрепления данных навыков проверяется контрольными работами с индивидуальными заданиями для каждого студента, генерируемыми полученным программным решением. Также генератор используется к получения практических заданий для билетов для дифференцированному зачету.

2. Размещение полученных тестов на образовательном портале на базе СДО Moodle имело следующие положительные стороны:

а) возросла скорость оценивания тестов. Преподавателям нет необходимости в ручном режиме проверять каждый тест по карте ответов – оценки за тест проставляются автоматически по известным ответам;

б) программа позволила увеличить количество типовых заданий и сделать их более разнообразными. Вместе с этим благодаря возможности одновременного импорта большого количества заданий в банк вопросов СДО Moodle из одного файла со специфической разметкой («Moodle xml», «gift» и др.) отпала необходимость в ручном наполнении этого банка. Сама СДО стала важной частью нашего метода обучения, согласно которому студент значительное время уделяет самостоятельному решению задач. Также практические тесты, дополненные теоретическими вопросами, оказались эффективным методом отслеживания качества усвоения учебного материала;

в) СДО Moodle позволяет персонально отследить ход выполнения теста отдельным участником, что оказывается полезным для выявления недобросовестных студентов. Например, если время выполнения теста студентом слишком мало либо ответы выдаются через равные промежутки времени, то можно заподозрить студента в использовании скриптов-решателей или в том, что он решает задания с посторонней помощью. Но такие случаи оказываются единичными –

подавляющее большинство студентов предпочитает решать тестовые задания самостоятельно;

г) В условиях перехода на дистанционное обучение совместное использование СДО Moodle и программы-генератора позволило оперативно дополнить сайты дисциплин «Основы статистики» и «Математическая статистика в медицине» заданиями, тестами и контрольными работами. Это снизило нагрузку на преподавателей и позволило автоматизированно оценивать качество усвоения материала сотнями студентов.

3. Гибкость программы позволила быстро адаптировать ее для генерации задач по дисциплине «Медицинская и биологическая физика» для студентов специальности «Лечебное дело» (в том числе и англоязычных) в условиях дистанционного обучения [12].

4. Благодаря простоте программирования на «R» в процесс работы над заданиями можно включать студентов. Таким образом, удается привлекать их к научно-иссле-

тельской работе в студенческих научных обществах. Полученные навыки программирования могут быть полезны студентам уже после завершения изучения дисциплины.

**Выводы.** Описанная программа актуальна в нише преподавания прикладной статистики для непрофильных специальностей медицинских вузов, так как она дает возможность в короткие сроки получить большое количество шаблонных задач по различным темам. Это позволяет сместить акценты в учебном процессе на сообщение и закрепление навыков решения типовых заданий. Совместное использование СДО Moodle и описанной программы оказывается эффективным способом технической организации учебного процесса по прикладной статистике, в том числе и в условиях дистанционного обучения.

Примеры сценариев задач и код генератора заданий доступны в репозитории на сайте «Github.com» [13].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чумак, Л. А. Возможности сервиса Google Classroom для организации учебного процесса / Л. А. Чумак // Вісник Придніпровської Державної Академії Будівництва Та Архітектури. – 2018. – № 6 (247-248). – С. 65–70.
2. Милыева, А. И. Дистанционный курс в среде Google Classroom / А. И. Милыева, М. В. Богданова // Теория и практика современной науки. – 2019. – № 11 (53). – С. 222–225.
3. Туракулова, А. И. Возможности создания электронных образовательных ресурсов средствами iSpring Suite / А. И. Туракулова, М. Э. Мамараджабов // Труды Северо-кавказского филиала московского технического университета связи и информатики. – 2015. – № 2. – С. 230–232.
4. Тимербаев, Ф. И. Сравнительный анализ программных комплексов TestMaker и iSpring Suite / Ф. И. Тимербаев, Ш. Р. Сулейманов // Образовательные технологии и общество. – 2016. – Т. 19, № 2. – С. 575–584.
5. Хахина, А. М. Инструменты для разработки дистанционных курсов / А. М. Хахина, А. С. Рыжова // Заметки ученого. – 2020. – № 2. – С. 172–176.
6. Кравченко, Г. В. Опыт использования системы Moodle в смешанном обучении студентов вуза [Электронный ресурс] / Г. В. Кравченко, А. В. Устюжанова // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и техники: сборник научных статей международной конференции; Барнаул, 13–16 ноября 2018 года / Алтайский государственный университет. – Барнаул, 2018. – С. 709–711.

#### REFERENCES

1. Chumak, L. A. Vozmozhnosti servisa Google Classroom dlya organizacii uchebnogo processa / L. A. Chumak // Visnik Pridniprovs'koї Derzhavnoї Akademii Budivnictva Ta Arhitekturi. – 2018. – № 6 (247-248). – S. 65–70.
2. Milyaeva, A. I. Distancionnyj kurs v srede Google Classroom / A. I. Milyaeva, M. V. Bogdanova // Teoriya i praktika sovremennoj nauki. – 2019. – № 11 (53). – S. 222–225.
3. Turakulova, A. I. Vozmozhnosti sozdaniya elektronnyh obrazovatel'nyh resursov sredstvami iSpring Suite / A. I. Turakulova, M. E. Mamaradzhabov // Trudy Severo-kavkazskogo filiala moskovskogo tekhnicheskogo universiteta svyazi i informatiki. – 2015. – № 2. – S. 230–232.
4. Timerbaev, F. I. Sravnitel'nyj analiz programmnyh kompleksov TestMaker i iSpring Suite / F. I. Timerbaev, Sh. R. Sulejmanov // Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo. – 2016. – T. 19, № 2. – S. 575–584.
5. Hahina, A. M. Instrumenty dlya razrabotki distancionnyh kursov / A. M. Hahina, A. S. Ryzhova // Zаметki uchenogo. – 2020. – № 2. – S. 172–176.
6. Kravchenko, G. V. Opyt ispol'zovaniya sistemy Moodle v smeshannom obuchenii studentov vuza [Elektronnyj resurs] / G. V. Kravchenko, A. V. Ustyuzhanova // Lomonosovskie chteniya na Altae: fundamental'nye problemy nauki i tekhniki: sbornik nauchnyh statej mezhdunarodnoj konferencii; Barnaul, 13–16 noyabrya 2018 goda / Altajskij gosudarstvennyj universitet. – Barnaul, 2018. – S. 709–711.

7. *Калачева, И. В.* Система дистанционного обучения Moodle в образовательном пространстве вуза система дистанционного обучения Moodle в образовательном пространстве вуза / И. В. Калачева // Современный университет в цифровой образовательной среде: ориентир на опережающее развитие : материалы X Международной учебно-методической конференции, Чебоксары, 25 октября 2018 года / Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова. – Чебоксары, 2018. – С. 19–23.
8. *Романенко, В. В.* Обзор технологий автоматизированного создания и публикации тестовых заданий в системах дистанционного обучения / В. В. Романенко, И. О. Аксененко // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сборник научных трудов IV Международной научной конференции; в 2 ч. Ч. 1 / под ред. О. Г. Берестневой, А. А. Мицеля, Т. А. Гладковой; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – С. 317–321.
9. *Швецов, А. Н.* Опыт применения метода автоматической генерации тестовых заданий / А. Н. Швецов, А. П. Сергушичева // Образовательные технологии и общество. – 2017. – Т. 20, № 4. – С. 318–333.
10. *Посов, И. А.* Обзор генераторов и методов генерации учебных заданий / И. А. Посов // Образовательные технологии и общество. – 2014. – Т. 17, № 4. – С. 593–609.
11. Аванесов Вадим Сергеевич – Теория и методика педагогических измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://testolog.narod.ru/Theory.html>. – Дата доступа: 16.02.2021.
12. *Копыцкий, А. В.* Использование языка программирования «R» для генерации тестовых заданий по дисциплине «Медицинская и биологическая физика» / А. В. Копыцкий, В. Н. Хильманович, С. И. Клинецвич // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы IV Международной научной конференции; в 2 ч.; Красноярск, 2020 / Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2020. – С. 191–195.
13. Капытски. *капытски/Statistics\_Task\_Generator* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://github.com/kapytski/Statistics\\_Task\\_Generator](https://github.com/kapytski/Statistics_Task_Generator). – Дата доступа: 09.02.2021.
7. *Kalacheva, I. V.* Sistema distancionnogo obucheniya Moodle v obrazovatel'nom prostranstve vuza sistema distancionnogo obucheniya Moodle v obrazovatel'nom prostranstve vuza / I. V. Kalacheva // Sovremennyy universitet v cifrovoj obrazovatel'noj srede: orientir na operezhayushchee razvitie : materialy X Mezhdunarodnoj uchebno-metodicheskoy konferencii, Cheboksary, 25 oktyabrya 2018 goda / Chuvashskij gosudarstvennyj universitet imeni I. N. Ul'yanova. – Cheboksary, 2018. – S. 19–23.
8. *Romanenko, V. V.* Obzor tekhnologij avtomatizirovannogo sozdaniya i publikacii testovyh zadaniy v sistemah distancionnogo obucheniya / V. V. Romanenko, I. O. Akse-nenko // Informacionnye tekhnologii v nauke, upravlenii, social'noj sfere i medicine : sbornik nauchnyh trudov IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii; v 2 ch. Ch. 1 / pod red. O. G. Berestnevoj, A. A. Micelya, T. A. Gladkovej; Tomskij politekhnicheskij universitet. – Tomsk : Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2017. – S. 317–321.
9. *Shvecov, A. N.* Opyt primeneniya metoda avtomaticheskoy generacii testovyh zadaniy / A. N. Shvecov, A. P. Sergushicheva // Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo. – 2017. – T. 20, № 4. – S. 318–333.
10. *Posov, I. A.* Obzor generatorov i metodov generacii uchebnyh zadaniy / I. A. Posov // Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo. – 2014. – T. 17, № 4. – S. 593–609.
11. Avanesov Vadim Sergeevich – Teoriya i metodika pedagogicheskikh izmerenij [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://testolog.narod.ru/Theory.html>. – Data dostupa: 16.02.2021.
12. *Kopyckij, A. V.* Ispol'zovanie yazyka programmirovaniya «R» dlya generacii testovyh zadaniy po discipline «Medicinskaya i biologicheskaya fizika» / A. V. Kopyckij, V. N. Hil'manovich, S. I. Klinevich // Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronnoho obucheniya: cifrovyte tekhnologii v obrazovanii : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii; v 2 ch.; Krasnoyarsk, 2020 / Sibirskij federal'nyj universitet. – Krasnoyarsk, 2020. – S. 191–195.
13. Капытски. *капытски/Statistics\_Task\_Generator* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://github.com/kapytski/Statistics\\_Task\\_Generator](https://github.com/kapytski/Statistics_Task_Generator). – Дата доступа: 09.02.2021.