

Студенту задаются клиничко-практические и клиничко-теоретические вопросы, а также даются междисциплинарные проблемные задания по трем дисциплинам: внутренним болезням, хирургии и еще одной узкой дисциплине.

Экзаменуемый должен доказать, что он может применить на практике знания, полученные во время учебы [4]. Он должен показать, что он:

- владеет техникой сбора анамнеза, методами обследования, основными лабораторными методиками;
- владеет показаниями для консервативного или оперативного лечения, а также важнейшими терапевтическими принципами;
- обладает фундаментальными фармакологическими знаниями, фармакотерапией, показаниями и противопоказаниями лекарственных средств;
- владеет основами деонтологии, правилами поведения с хроническими, неизлечимыми и умирающими пациентами.

Экзаменационная комиссия демонстрирует экзаменуемому до экзамена несколько пациентов. Студент должен подготовить отчет, в котором содержится анамнез, диагноз, прогноз заболевания, план лечения, а также эпикриз. Отчет является составной частью экзамена.

Оценки за три этапа государственного экзамена суммируются и делятся на три. Критерии общей оценки следующие: отлично – до 1,5, хорошо – от 1,5 до 2,5, удовлетворительно – от 2,5 до 3,5, достаточно – от 3,5 до 4,0.

**Выводы.** Знакомство с организацией учебного процесса в высших медицинских учебных заведениях за рубежом представляет несомненный интерес, поскольку изучение чужого опыта помогает вносить коррективы в организацию учебного процесса и будет способствовать его совершенствованию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Approbationsordnung für Ärzte : Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002, Teil 1 Nr. 44, zuletzt geändert durch Art. 5 G v. 16.3.2020 I 1307. – Bonn, 3. Juli 2002. – S. 2405–2436.
2. MPP-Institut für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen. – [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.impp.de/start.html>. – Date of access: 10.12.2021.
3. Drittes Staatsexamen [Electronic resource]. – Mode of access: [https://www.amboss.com/de/wissen/Drittes\\_Staatsexamen](https://www.amboss.com/de/wissen/Drittes_Staatsexamen). – Date of access: 10.12.2021.

### СПОСОБЫ УСКОРЕНИЯ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ- ПЕРЕБОРЩИКА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА ВЫБОРКАХ ОГРАНИЧЕННОГО ОБЪЕМА

**Копыцкий А.В., Хильманович В.Н.**

Гродненский государственный медицинский университет

**Актуальность.** Одним из немаловажных аспектов научных исследований в биологии и медицине является регрессионный анализ. Он позволяет

анализировать связи между величинами, отслеживать их совместную изменчивость, предсказывать поведение одного показателя (отклика) при изменениях других – предикторов. Регрессионные модели могут быть с одним и несколькими предикторами (регрессорами), с различными типами откликов – численными, номинативными, частотными. Одним из способов описания и построения статистических моделей является концепция обобщенной линейной модели (ОЛМ) [1]. В зависимости от типов функции связи и отклика среди ОЛМ выделяют линейную модель, модели логит- и пробит-регрессии, пуассоновскую регрессию и т. д. Также одним из регрессоров может быть и время, в таком случае говорят о моделях выживаемости (пример – модель пропорциональных рисков Кокса). Существенной проблемой при построении статистических моделей является отбор предикторов для модели в случае, когда число переменных в исходной выборке сопоставимо с ее объемом. Одним из способов решения этой проблемы является прямой перебор всех возможных моделей, которые можно построить из некоторого набора предикторов. Нами в рамках кафедральной НИР уже создана программа-переборщик регрессионных моделей для выборок ограниченного объема [2]. Актуальной на сегодняшний день является оптимизация быстродействия нашего программного решения.

**Цель** данной работы состоит в определении способов оптимизации быстродействия нашей программы-переборщика с их последующей имплементацией.

**Методы исследования**, примененные для достижения поставленной цели, – инспекция кода для поиска мест, где он может быть оптимизирован, и сравнение быстродействия оптимизированного решения с оригинальным. По результатам сравнения в финальной версии программы оставлены части кода, позволяющие добиться существенного прироста производительности.

**Результаты и их обсуждение.** Как уже упоминалось выше, при большом числе переменных, которые могут быть включены в регрессионную модель, проводится их отбор. Классическими видами такого отбора являются методы пошагового включения или исключения переменных. Однако эти методы перестают работать, когда число анализируемых переменных сравнимо с объемом выборки или менее его. В таком случае исследователь вынужден использовать другие стратегии отбора потенциальных предикторов. Наиболее логичным и простым (но и наиболее затратным по времени) решением проблемы является прямой перебор всех регрессионных моделей, которые можно построить на данной выборке. Исходя из теории, время работы программы по перебору моделей должно быть огромным, однако существует ряд эмпирических положений, существенно ограничивающих его, так как:

1. Характеристики качества модели снижаются по мере увеличения числа предикторов.

2. Большое количество предикторов ухудшает логическую интерпретацию статистической модели.

3. Во избежание проблемы интеркорреляции из модели могут быть исключены коррелирующие предикторы.

4. Включение новых предикторов можно остановить после того, как будут достигнуты необходимые минимальные характеристики качества подгонки модели.

5. Исследователя могут интересовать модели, содержащие только конкретные предикторы.

Таким образом, чаще всего в статистических моделях, построенных на медицинских и биологических данных, верхний порог числа предикторов составляет 6-8, и прямой перебор всех моделей уже является вполне выполнимой в разумные сроки задачей.

Наша программа написана на языке программирования «R», специализированном для решения задач статистического анализа. «R» содержит большое количество функций для статистических расчетов, в том числе, и для работы со статистическими моделями. Кроме того, возможности языка могут быть существенно расширены за счет подключения дополнительных пакетов, написанных профессиональными программистами, математиками, биоинформатиками и т.д. Эти факторы и повлияли на выбор языка для написания решения.

Однако следует учесть, что для написания эффективных программ на «R» требуется следить за используемым синтаксисом языка, использовать стандартные функции и, в первую очередь, так называемые неявные циклы. Прямое использование явных циклов в «R» является неэффективным из-за того, что они медленно работают с памятью, в отличие от неявных. При инспектировании исходного кода программы было обнаружено, что в одном из мест программы использовался явный цикл «for». Это происходило в блоке, отвечающем за фильтрацию индексов переменных, включаемых в модель. В ходе фильтрации из всего списка индексов переменных убираются такие наборы, которые содержат хотя бы одну пару индексов переменных, между которыми есть значимая связь. Сначала цикл «for» был заменен на неявный цикл, имплементированный в связке базовых функций «all()» и «is.element()». Однако для получения наибольшего прироста оказалось выгоднее использовать код фильтра, написанный на языке программирования «C++» с дальнейшим портированием в «R» при помощи пакета расширения «Rcpp» [3]. Такой код разрешает взаимодействие программы с памятью ПК в стиле «C++» и позволяет обрывать перебор элементов данного набора индексов, как только в нем встретятся два индекса, соответствующие паре коррелирующих переменных, и перейти к следующему набору. Использование оптимизированного фильтра позволило увеличить скорость работы данного блока программы примерно в 10 раз.

Еще одно примененное оптимизационное решение состоит в использовании связки пакетов «foreach» [4] и «snow» [5], которая позволяет использовать параллельные вычисления на многоядерных процессорах. Таким образом, удастся сократить время перебора всех комбинаций, загружая работой не одно ядро (режим по умолчанию), а сразу все. Кратного уменьшения времени работы добиться не получается: так, для 4-ядерного процессора при

полной загрузке прирост скорости работы составил около 2 раз, а не 4, как ожидалось. Это можно объяснить тем, что код вызываемой функции не оптимизирован для параллельных расчетов, что приводит к такому режиму работы ядер-вычислителей, при котором программа-диспетчер может простаивать и заставлять простаивать также ядра, ожидая окончания выполнения команд от одного из них, перед тем как назначить ядрам новую последовательность команд. Тем не менее, уменьшение времени работы для современного многоядерного компьютера оказывается существенным.

**Выводы.** Таким образом, можно заключить, что предпринятые меры по оптимизации быстродействия программы-переборщика регрессионных моделей, которые можно построить на выборках ограниченного объема, позволяют значительно уменьшить время работы программы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. Цветное издание / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков. – М. : ДМК-Пресс, 2015. – 496 с.

2. Копыцкий, А. В. Программное обеспечение для построения множеств регрессионных моделей на выборках ограниченного объема в медицинских исследованиях / А. В. Копыцкий, В. Н. Хильманович // Материалы XIX-ой Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2019 г.: экологические проблемы XXI-го века» : / ИВЦ Минфина. – г. Минск, Республика Беларусь, 2019. – Т. 3. – С. 205–208.

3. Rcpp: Seamless R and C++ [Electronic resource] : Rcpp. – Mode of access: <https://CRAN.R-project.org/package=Rcpp>. – Date of access: 22.02.2020.

4. Wallig, M. foreach: Provides Foreach Looping Construct [Electronic resource] : foreach. – Mode of access: <https://CRAN.R-project.org/package=foreach>. – Date of access: 14.12.2021.

5. Snow: Simple Network of Workstations [Electronic resource] : snow. – Mode of access: <https://CRAN.R-project.org/package=snow>. – Date of access: 29.11.2021.

## НЕКЛАССИЧЕСКИЕ СИМПТОМЫ ЭНДОКРИННОЙ ОФТАЛЬМОПАТИИ У ПАЦИЕНТОВ С ДИСФУНКЦИЕЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Кринец Ж.М.<sup>1</sup>, Логош С.М.<sup>2</sup>

Гродненский государственный медицинский университет<sup>1</sup>,

Гродненская университетская клиника<sup>2</sup>

**Актуальность.** Эндокринная офтальмопатия (ЭОП) проявляется поражением мягких тканей орбиты: ретробульбарной клетчатки, глазодвигательных мышц, вторичным вовлечением зрительного нерва, век, роговицы, конъюнктивы и слезной железы [1]. Основными классическими признаками заболевания являются экзофтальм и изменения со стороны век: симптом Дальримпля (расширение