

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Международный государственный экологический
институт имени А. Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета



САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2023 ГОДА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА

SAKHAROV READINGS 2023: ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE XXI CENTURY

Материалы 23-й международной научной конференции

18–19 мая 2023 г.
г. Минск, Республика Беларусь

В двух частях
Часть 2

Минск
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
2023

УДК 504.75(043)

ББК 20.18

C22

Материалы конференции изданы при поддержке
Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований
и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Редколлегия:

Батян А. Н., доктор медицинских наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Головатый С. Е., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Довгулевич Н. Н., кандидат филологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Жук Е. Ю., кандидат биологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Журавков В. В., кандидат биологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Зафранская М. М., доктор медицинских наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Киевицкая А. И., доктор физико-математических наук, доцент МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Лучина В. Н., МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Пашинский В. А., кандидат технических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Пухтеева И. В., МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Савастенко Н. А., кандидат физико-математических наук, доцент МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Цыбулько Н. Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
Шахаб С. Н., кандидат химических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

Под общей редакцией:

доктора биологических наук, доцента *О. И. Родькина*;
кандидата технических наук, доцента *М. Г. Герменчук*

C22 **Сахаровские чтения 2023 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2023 : environmental problems of the XXI century : материалы 23-й Международной научной конференции, 18–19 мая 2023 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. /** Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батян [и др.] ; под ред. д-ра б. н., доцента О. И. Родькина, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Ч. 2. – 384 с.

ISBN 978-985-880-341-4.

В сборник включены материалы докладов по вопросам образования в интересах устойчивого развития, социально-экономическим проблемам современности, по медицинской экологии и биоэкологии, экологической химии и биохимии, биофизики и молекулярной биологии. Рассматриваются актуальные аспекты радиобиологии, радиоэкологии и радиационной безопасности, информационных систем и технологий в экологии и здравоохранении, решения региональных экологических задач. Особое внимание уделено экологическому мониторингу и менеджменту, возобновляемым источникам энергии и энергосбережению.

Публикации рассчитаны на широкий круг специалистов в области экологии и смежных наук, преподавателей, аспирантов и студентов высших и средних учреждений образования.

УДК: 504.75(043)
ББК 20.18

ISBN 978-985-880-341-4 (ч. 2)
ISBN 978-985-880-339-1 (общ.)

© МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2023

**ВЛИЯНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИСХОДОВ НА РЕЗУЛЬТАТ
МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТОДОМ MDR**
**INFLUENCE OF CLASSIFICATION OF OUTCOMES ON THE RESULT
OF SIMULATION AND FORECASTING BY THE MDR METHOD**

В. А. Иванюкович¹, Е. А. Николаенко¹, С. Б. Мельнов², Н. В. Жур³, Т. Л. Лебедь³
U. Ivaniukovich¹, K. Nikalayenka¹, S. Melnov², N. Zhyr³, T. Lebedz³

*¹Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск,, Республика Беларусь
iva@iseu.by*

*²Белорусский государственный университет физической культуры,
г. Минск, Республика Беларусь*

*³Полесский государственный университет
г. Пинск, Республика Беларусь*

*¹International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus*

²Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, the Republic of Belarus

³Polesky State University, Pinsk, the Republic of Belarus

Показано влияние правил классификации фенотипов на результат моделирования методом MDR. Проведено моделирование с целью установления связи генотипов спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, с их достижениями. Исследования проводились на данных, содержащих 7 генов 94 испытуемых и 11 генов 74 испытуемых. Небольшое изменение правил классификации приводит к существенному изменению моделью. При этом достигается высокая достоверность прогнозирования. Следовательно, ассоциировать построенные методом MDR модели с природой ген-генных взаимодействий не представляется возможным.

The influence of phenotype classification rules on the result of modeling by the MDR method is shown. Simulations were carried out in order to establish the connection between the genotypes of athletes involved in cyclic sports and their achievements. The studies were conducted on data containing 7 genes from 94 test subjects and 11 genes from 74 test subjects. A small change in the classification rules leads to a significant change in the model. At the same time, high reliability of forecasting is achieved. Therefore, it is not possible to associate the models constructed by the MDR method with the nature of gene-gene interactions.

Ключевые слова: Моделирование, метод снижения мультифакторной размерности, программное обеспечение, ген-генные взаимодействия, генотип, фенотип, спортсмены, статистический анализ.

Keywords: Modeling, Multifactor Dimensionality Reduction Method, software, gene-gene interactions, genotype, phenotype, athletes, statistical analysis.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-301-305>

При изучении исходов, связанных с генетическими особенностями организма (заболеваний, неординарных возможностей и других), как правило, оцениваются межгенные взаимодействия и предпринимаются попытки обнаружить и доказать причинно-следственную связь между ними и исследуемой проблемой. При этом рассматривается большое количество генов или локусов, которые могут оказывать влияющее воздействие. Одним из популярных методов, который позволяет получать статистически обоснованные выводы о влиянии ген-генных взаимодействий на исследуемые фенотипы (исходы) является метод снижения мультифакторной размерности MDR (Multifactor Dimensionality Reduction). Версия MDR 3.0.2 программного обеспечения с открытым исходным кодом, реализующего этот метод, доступна на сайте <https://sourceforge.net/projects/mdr/>. Это непараметрический интеллектуальный метод обнаружения и описания нелинейных взаимодействий различной природы. По своей сути он является альтернативой логистической регрессии и может быть применен для анализа различных многофакторных процессов [1]. MDR позволяет уменьшить количество исследуемых параметров, оценивая уровни повышенного или пониженного рисков формирования фенотипов и преобразовывая два или более признака в один.

Большое количество публикаций посвящено исследованию ген-генных и генно-средовых взаимодействий, ассоциированных с заболеваниями. Эффективность данного метода в изучении генной природы заболеваний подтверждена многочисленными прикладными и модельными исследованиями [2]. Целью данной работы является изучение влияния классификации исходов на формирование модели, пригодной для прогнозирования развития изучаемого фенотипа. Были исследованы локусы генных карт спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта и достигших высоких результатов (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта, мастера спорта международного класса), и контрольной группы. Анализировались результаты измерений, содержащие 7 и 11 генов, формирующих генотип спортсмена. Предполагалось, что генотип ассоциируется с результатом, достигнутым спортсменом. Были предприняты попытки связать комбинации аллелей с перспективностью спортсмена, занимающегося конкретным видом спорта и, при необходимости, рекомендовать ему занятие другими видами спорта, в которых его результаты могут быть более высокими.

Предполагалось, что достигнутые спортсменом результаты ассоциированы с его генотипом, который определяет физические возможности человека. Классификация спортсменов на два класса основывалась на их достижениях, при этом группы формировались по-разному:

- a. кандидаты в мастера спорта – 0, мастера спорта и мастера спорта международного класса – 1;
- b. кандидаты в мастера спорта и мастера спорта – 0, мастера спорта международного класса – 1;
- c. контрольная группа – 0, спортсмены – 1.

Результаты моделирования оценивались по данным статистического анализа, реализованного в программе MDR. Для визуализации моделей использовались дендограммы и графы, показывающие характер и силу ген-генных или генно-средовых взаимодействий. Красные линии соответствуют выраженному синергизму, оранжевые – умеренному синергизму, коричневые – аддитивному взаимодействию, зеленые – умеренному антагонизму и синие – выраженному антагонизму взаимодействия. Сила взаимодействия описывается долей вклада в энтропию и направлением (знак + или –). Качество моделей оценивалось по статистическим показателям полного набора данных и по значениям согласованности перекрестных проверок (Cross Validation Consistency – CVC) по 10 в каждой модели.

Кроме прогнозирования перспективности спортсмена, представлялось интересным изучить устойчивость MDR-моделей к незначительным изменениям в формировании групп или, другими словами, классификации исходов в исследовании. В работе сравнивались модели ген-генных взаимодействий, которые ассоциировались с физическими возможностями спортсмена в конкретном виде спорта. На рис. 1 показаны дендограмма и граф ген-генных взаимодействий в модели, построенной методом MDR по 7 генам из генных карт 94 спортсменов мужского и женского пола. В одну группу (класс 0) вошли кандидаты в мастера спорта и мастера спорта (54 спортсмена), во вторую (класс 1) – мастера спорта международного класса (40 спортсменов).

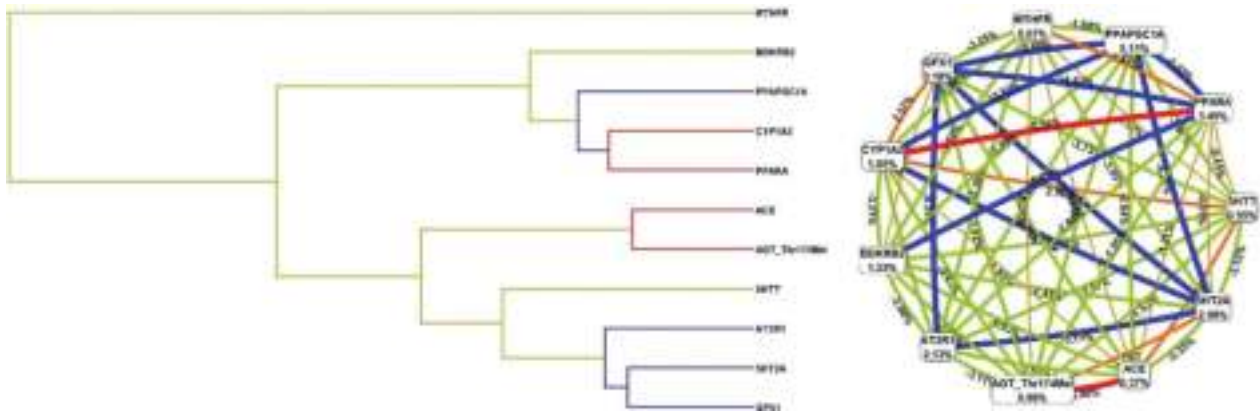


Рисунок 1 – Дендограмма и граф ген-генных взаимодействий в модели, построенной методом MDR при классификации 0 – кандидаты в мастера спорта и мастера спорта, 1 – мастера спорта международного класса (7 генов, 94 измерения). Характер ген-генного взаимодействия при формировании фенотипа, влияющего на физические возможности спортсмена, показан цветом линий: красный соответствует выраженному синергизму, оранжевый – умеренному синергизму, коричневый – аддитивному взаимодействию, зеленый – умеренному антагонизму и синий – выраженному антагонизму. Сила и направленность ген-генного взаимодействия показаны в долях энтропии

Определены наборы аллелей для моделей, построенных на различных количествах генов, которые дают достоверные прогнозы. Построенные на одном и двух генах модели достоверно не прогнозируют класс. Лучшая модель на трех атрибутах построена на генах 5HTT, PPARGC1A, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 10,9$ ($p=0,001$), Карра = 0,84. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – SS, GlySer, GC и класс 1 – LL, GlyGly, GG.

Лучшая модель на четырех атрибутах построена на генах ACE, AT2R1, GPX1, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 7,54$ ($p=0,006$), Карра = 0,81. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – ID, AA, CT, GC и класс 1 – DD, AC, CC, GG.

Результаты, полученные на моделях с 5–7 генами, не позволили проводить прогнозирование.

На рис. 2 показаны дендограмма и граф ген-генных взаимодействий, построенные на той же группе испытуемых с таким же набором генов, но классифицированных по-другому. В одну группу (класс 0) вошли кандидаты в мастера спорта (29 спортсменов), во вторую (класс 1) – мастера спорта и мастера спорта международного класса (75 спортсменов).

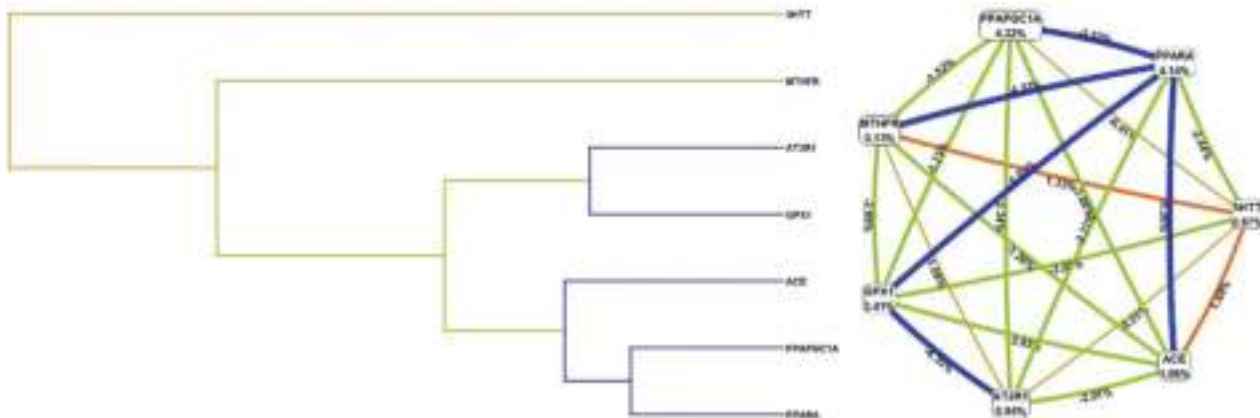


Рисунок 2 – Дендограмма и граф ген-генных взаимодействий в модели, построенной методом MDR при классификации 0 – кандидаты в мастера спорта, 1 – мастера спорта и мастера спорта международного класса (7 генов, 94 измерения). Цвет линий соответствует цветам на рис. 1

Лучшая модель на трех атрибутах построена на генах 5HTT, ACE, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=60,0$ (доверительный интервал 3,03, 1185), $\chi^2 = 11,42$ ($p=0,0007$), Карра = 0,74. Для предсказания класса могут быть использованы три комбинации аллелей: класс 0 – LL, II, GG и класс 1 – LS, DD, GG и LL, DD, GG.

Лучшая модель на четырех атрибутах построена на генах ACE, AT2R1, GPX1, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 11,73$ ($p=0,006$), Карра = 0,84. Для предсказания класса так же могут быть использованы три комбинации аллелей: класс 0 – LL, II, AC, GG и класс 1 – LL, DD, AC, GG и LL, DD, AA, GG.

Результаты, полученные на остальных моделях, как и в предыдущем случае, не позволили проводить прогнозирование.

Подобные результаты получены и при моделировании на основе 11 генов из генных карт 74 спортсменов, занимающихся тем же видом спорта. Данные, представленные на рис. 3, соответствуют классификации, когда в одну группу отобраны кандидаты в мастера спорта и мастера спорта (41 спортсмен, класс 0), во вторую (класс 1) – мастера спорта международного класса (33 спортсмена). При таком наборе данных метод успешно проводит классификацию на модели, включающей два гена при отношении шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 10,5$ ($p=0,0012$), Карра = 0,86. Модель построена на генах ACE, AGT_Thr174Met. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – II, CC и класс 1 – II, CT.

Лучшая модель на трех атрибутах построена на генах 5HT2A, ACE, AGT_Thr174Met и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 15,28$ ($p<0,0001$), Карра = 0,82. Для предсказания класса могут быть использованы четыре комбинации аллелей: класс 0 – TT, ID, CC и TT, II, CC, класс 1 – TC, ID, CC и TC, II, CT.

Лучшая модель на четырех атрибутах построена на генах AGT_Thr174Met, BDKRB2, CYP1A2, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 14,19$ ($p=0,0002$), Карра = 0,86. Для предсказания класса могут быть использованы четыре комбинации аллелей: класс 0 – CC, +9/-9, AC, GG и CC, +9/-9, AA, GC и CC, +9/+9, AA, GG, класс 1 – CC, +9/-9, CC, GG.

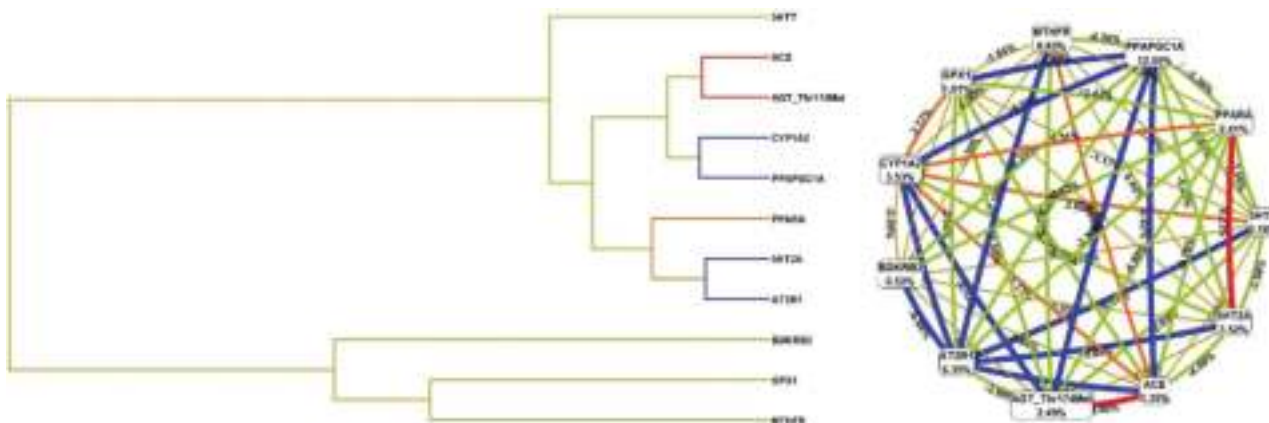


Рисунок 3 – Дендограмма и граф ген-генных взаимодействий в модели, построенной методом MDR при классификации 0 – кандидаты в мастера спорта и мастера спорта, 1 – мастера спорта международного класса (11 генов, 74 измерения). Цвет линий соответствует цветам на рис. 1

Лучшая модель на пяти атрибутах построена на генах 5HTT, 5HT2A, GPX1, MTHFR, PPARGC1A и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 10,0$ ($p=0,0016$), Карра = 1,0. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – SS, TT, CT, CT, GlySer, класс 1 – LL, TC, CT, CT, GlySer.

Лучшая модель на пяти атрибутах построена на генах 5HTT, 5HT2A, GPX1, MTHFR, PPARGC1A и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 10,0$ ($p=0,0016$), Карра = 1,0. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – SS, TT, CT, CT, GlySer, класс 1 – LL, TC, CT, CT, GlySer.

Лучшая модель на шести атрибутах построена на генах 5HT2A, BDKRB2, CYP1A2, MTHFR, PPARGC1A, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 6,67$ ($p=0,0098$), Карра = 0,8. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – TC, +9/-9, AC, CT, GlySer, GG, класс 1 – TC, +9/-9, AA, CT, GlySer, GG.

Результаты, полученные на моделях с большим количеством генов, не позволили проводить прогнозирование.

Результаты моделирования, проведенного на той же группе испытуемых с таким же набором генов, но классифицированных по-другому, представлены на рис. 4. В одну группу (класс 0) вошли кандидаты в мастера спорта (22 спортсмена), во вторую (класс 1) – мастера спорта и мастера спорта международного класса (52 спортсмена).

Лучшая модель, построенная на двух генах CYP1A2, PPARA характеризуется параметрами: отношение шансов $OR=55,0$ (доверительный интервал 2,83, 1068,42), $\chi^2 = 10,125$ ($p=0,0015$), Карра = 0,75. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – AA, GC и класс 1 – CC, GG.

Лучшая модель на трех атрибутах построена на генах 5HTT, 5HT2A, AGT_Thr174Met и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 13,84$ ($p=0,0002$), Карра = 0,73. Для предсказания класса могут быть использованы три комбинации аллелей: класс 0 – LL, TT, CC, класс 1 – LL, TC, CC и LL, TT, CT.

Лучшая модель на четырех атрибутах построена на генах 5HTT, 5HT2A, AGT_Thr174Met, AT2R1 и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 16,62$ ($p<0,0001$), Карра = 0,86. Для предсказания класса могут быть использованы пять комбинаций аллелей: класс 0 – LL, TT, CC, AC и четыре комбинации для класса 1 – (SS, TC, CC, AC), (SS, TT, CC, AA), (LL, TC, CC, AC) и (LL, TC, CC, AA).

Лучшая модель на пяти атрибутах построена на генах ACE, BDKRB2, CYP1A2, PPARGC1A, PPARA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 6,67$ ($p=0,0098$), Карра = 0,8. Для предсказания класса

могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – DD, +9/-9, AC, Gly/Ser, GG, класс 1 – DD, +9/-9, AA, Gly/Ser, GG.

Лучшая модель на шести атрибутах построена на генах 5HTT, ACE, AGT_Thr174Met, BDKRB2, PPARGC1A, PPARGA и характеризуется отношением шансов $OR=\infty$, $\chi^2 = 6,67$ ($p=0,0098$), Кappa = 0,8. Для предсказания класса могут быть использованы две комбинации аллелей: класс 0 – SS, DD, CC, +9/-9, Gly/Ser, GG, класс 1 – LL, DD, CC, +9/-9, Gly/Ser, GG.

Результаты, полученные на моделях с большим количеством генов, не позволили проводить прогнозирование.

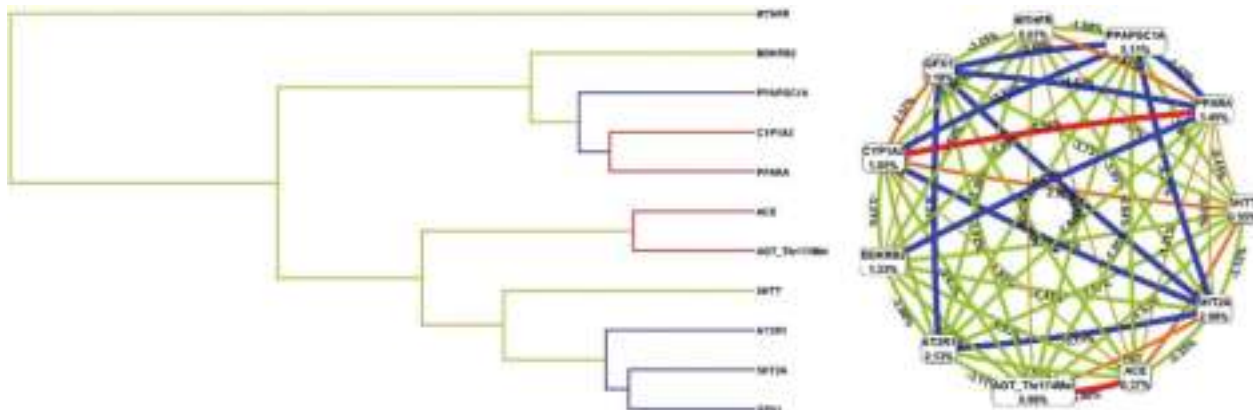


Рисунок 4 – Дендограмма и граф ген-генных взаимодействий в модели, построенной методом MDR при классификации 0 – кандидаты в мастера спорта, 1 – мастера спорта и мастера спорта международного класса (11 генов, 74 измерения). Цвет линий соответствует цветам на рис. 1

Полученные результаты наглядно демонстрируют, что незначительные изменения в классификации исходов (фенотипов) приводят к существенным изменениям статистической модели прогнозирования, создаваемой методом MDR. По-разному выглядят не только дендограмма и граф ген-генных взаимодействий, но и наборы генов в моделях, и комбинации аллелей, которые могут быть использованы для прогнозирования. При этом различные модели позволяют получать прогноз с высокой точностью, что подтверждается статистическими характеристиками. Однако ассоциировать построенные в нашем исследовании методом MDR модели с природой ген-генных взаимодействий не представляется корректным. Возможно, модели будут соответствовать природе ген-генных взаимодействий при условии выбора не только размера и корректного ранжирования групп, но и подбора комплекса генов, определяющих работу одной цепи биохимических реакций (например, РААС, нейромедиаторные, углеводный, липидный обмен и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Multifactor Dimensionality Reduction [Электронный ресурс] 24.12.2014. – Режим доступа: <https://sourceforge.net/projects/mdr/>. – Дата доступа: 27.02.2023.
2. Пономарева И.В. Использование метода Multifactor Dimensionality Reduction (MDR) и его модификаций для анализа ген-генных и гено-средовых взаимодействий при генетико-эпидемиологических исследованиях (обзор). / И.В. Пономарева // Научные результаты биомедицинских исследований. 2019. Т. 5, № 1. С. 4-21. DOI: 10.18413/2313-8955-2019-5-1-0-1, URL: <http://rrmedicine.ru/journal/article/1605>.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ, УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ САДКОВОГО КАРПОВОГО ХОЗЯЙСТВА О. Н. Федосеев, С. В. Новичков	6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ ДРЕВОСТОЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПГУАС Ю. А. Правдина, Л. М. Хурнова	10
МОНИТОРИНГ ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ МЕЛКИХ ГРЫЗУНОВ, НАСЕЛЯЮЩИХ БЕРЕГА МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ НА ВЫГОНАХ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ В. В. Шималов	14
ПРОЦЕССЫ ДЕГРАДАЦИИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ Н. Н. Цыбулько, Е. В. Алексейчик	17
ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ ДЕРЕВА С. О. Медведев, М. А. Зырянов	21
ПЛАЗМОИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА КАК АКТИВНОЙ ФАЗЫ ГИБРИДНЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ФОТОДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ВОДНЫХ СРЕДАХ Н. А. Савастенко, А. А. Щербович, В. А. Люшкевич, И. И. Филатова, С. А. Маскевич	24
СО-ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА НА ГАЗОМАЗУТНЫХ КОТЛАХ В. И. Назаров	29
ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ Д. Д. Ленковец, В. Д. Свирид	32
ИССЛЕДОВАНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ПРИАЭРОДРОМНОЙ ТЕРРИТОРИИ В Г. КОРЕНОВСКЕ Е. А. Сироштаненко, С. Н. Болотин	35
ПЕРЕРАБОТКА ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ НА СТАДИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ М. А. Зырянов, С. О. Медведев	38
ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОИНДУЦИРОВАННОЙ МОДИФИКАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В РЕАКЦИЯХ ФОТОДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ВОДНЫХ СРЕДАХ Н. А. Савастенко, А. В. Медведский, В. А. Люшкевич, И. И. Филатова, С. А. Маскевич	42
ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА НА ПОДВИЖНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ О. В. Черникова, Ю. А. Мажайский	46
ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ: АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РАЗВИТИЯ И. Т. Золотухина, С. О. Медведев, Е. В. Петрова	50

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОВТОРНОГО ЗАБОЛАЧИВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ	
Ю. Г. Лях, М. С. Красновская, К. А. Якимович	54
НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (НДТ) ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
Ю. И. Буткевич, К. М. Мукина	57
ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВКИ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДЕТСКОГО МОЛОЧНОГО ПИТАНИЯ	
Е. К. Баева, В. М. Мисюченко, М. П. Симонова-Лобанок	61
ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИМПУЛЬСАМИ ТОКА – ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЧИЩЕНИЮ И УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА	
Т. В. Чубенко, А. С. Шадоба, А. Р. Борисова, Е. О. Рысцова	64
АНАЛИЗ НАРУШЕННОСТИ ТОРФЯНИКОВ ЧЕРВЕНСКОГО РАЙОНА И ПУТИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ	
О. Н. Ратникова, И. П. Лисицына, А. Т. Борш	68
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНВАЗИВНЫХ РАСТЕНИЙ В ИМПОРТЗАМЕЩЕНИИ ФИТОПРЕПАРАТОВ НА ПРИМЕРЕ SOLIDAGO SP	
Н. В. Емельяненко, И. А. Ровенская	72
АНАЛИЗ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА	
О. В. Таргович, В. М. Мисюченко	76
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ КРЫШ В ЧЕРТЕ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА	
А. Д. Гиль, В. Н. Копица	80
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОТЕЛЬНОЙ НА ТОРФОБРИКЕТНОМ ЗАВОДЕ	
М. П. Евсиевич, В. М. Мисюченко, М. П. Симонова-Лобанок	83
NEGATIVE EFFECTS OF PESTICIDES AND THE USE OF ELICITORS AS A WAY TO REDUCE PESTICIDE LOAD	
V. D. Gvozd, V. S. Znachonak	87
ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
Н. В. Емельяненко, Т. М. Германович	91
АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	
К. М. Мукина, М. Л. Синицкая	95
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УСТАНОВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СРЕДЫ ПРИ МНОГОФАКТОРНОМ ТЕХНОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	
О. В. Лозинская, Т. П. Сергеева, Е. Т. Титова	99
ВЛИЯНИЕ ACER NEGUNDO НА ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В ДОЛИНЕ РЕКИ ПИНА	
М. Н. Яхновец, Л. М. Мержвинский	103
АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ОТ ОТРАСЛЕЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА ПЕРИОД 2010–2021 ГОДЫ	
К. М. Мукина, М. Л. Синицкая	108

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ «МЕНЕДЖМЕНТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ОАО БМЗ К. М. Мукина, Е. О. Садилова	112
ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВОКУПНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ Р. В. Богданов, А. А. Евтерева, В. М. Василькевич, В. А. Занкевич, Л. М. Бондаренко	115
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД Ю. И. Ахмадиева, С. А. Дубенок, А. И. Денищик	118
ОЦЕНКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА SALIX КАК ИСТОЧНИКА ПРИРОДНЫХ ТАНИНОВ В. В. Медушевская, О. И. Родькин	122
ОБЪЕКТИВНЫЕ И СУБЪЕКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЁМАХ Б. В. Адамович, Г. Бабаян	125
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ П. П. Делянко, В. М. Мисюченко	128
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ НА ФОНЕ «УГЛЕРОДНЫХ ВЫБРОСОВ» Янь Ли, В. О. Лемешевский	132
ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С. Е. Головатый, Е. А. Самусик, Э. И. Садовская, С. В. Савченко	135
СЕЗОННАЯ И ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РЕКЕ ПЛИСА И СМОЛЕВИЧСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА СМОЛЕВИЧИ Е. Я. Протасевич, В. В. Кривицкий	139
ПЫЛЕФИЛЬТРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ Г. МИНСКА (НА ПРИМЕРЕ ДЕНДРОФЛОРЫ ПАРТИЗАНСКОГО ПРОСПЕКТА) З. Ж. Абдуллажонова, А. Г. Чернецкая, Н. П. Стригельская	142
THE IMPACT OF NITROGEN OXIDES ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH IN CHINA Wu Tingting, Y. V. Zhyltsova	146

ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ НАДЗОРА ЗА ПРОВЕДЕНИЕМ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ РАБОТ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ДОБЫЧИ УРАНА В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН У. М. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, Ф. А. Хамидов, М. З. Ахмедов, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов)	151
СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ НА ТЕРРИТОРИИ САНИТАРНОЙ ЗОНЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Ш. А. Рахимбердиев, Е. Ю. Мальшева, С. Г. Мухамедова	154

БЕЛОРУССКИЙ ПОРТАЛ ЯДЕРНЫХ ЗНАНИЙ BELNET: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА С. Н. Сытова, А. Р. Барткевич, К. А. Веренич, В. В. Гавриловец, А. П. Дунец, А. Н. Коваленко, Н. И. Поляк, А. Л. Холмецкий, С. В. Черепица	158
ВНУТРЕННЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ СОТРУДНИКОВ ПГРЭЗ ЗА СЧЕТ ИНГАЛЯЦИОННОГО ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ Н. В. Блинова, С. А. Калининченко, В. Н. Калинин	163
БЕЛОРУССКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УЧЕТА ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С. Н. Сытова, А. П. Дунец, А. Н. Коваленко, С. В. Черепица	167
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ, МИНСКОЙ И ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ В 2021–2022 ГОДАХ И. В. Жук, Л. Л. Василевский, Ж. А. Лукашевич, Т. В. Лисянович, Д. В. Лукьянова, Н. А. Маковская, К. В. Гусак	172
ОПТИМИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕДУР РАДОНОТЕРАПИИ А. С. Басак, Т. В. Дашкевич, Н. Н. Тушин, Н. П. Минько	176
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТНЫХ ВЕЛИЧИН В РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Н. Н. Тушин, О. М. Хаджинова	180
ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ В СТОМАТОЛОГИИ А. А. Будько, О. М. Хаджинова	184
ПОТЕРЯ ИНФОРМАЦИИ ТЕРМОЛЮМИНИСЦЕНТНЫХ ДОЗИМЕТРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В. И. Бразинский, А. Н. Скибинская	188
ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАНИЙ ДОЗИМЕТРА ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ИСТОЧНИКА НА МАЛЫХ РАССТОЯНИЯХ В. В. Бондарь, О. М. Хаджинова	191
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ТВЭЛОВ ПО АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ Хе ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ РЕАКТОРА ВВЭР-1200 БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ Э. Б. Семиренко, Н. А. Долголевич, А. А. Пунтус, А. И. Киевицкая, Т. В. Дашкевич	195
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	
СО-ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА НА ГАЗОМАЗУТНЫХ КОТЛАХ В. И. Назаров	200
ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЛЕВИТАЦИИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ НЕСВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КАТУШКИ В. С. Пожидаев, М. А. Лобосов, Ю. Г. Миханова	203
EFFICIENT USAGE OF HEAT ENERGY IN TECHNOLOGICAL PROCESSES N. Malkevich, N. Belskaya	206

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КАРБОНИЗИРОВАННОГО ТРОСТНИКОВОГО ВОЛОКНА В РАСТВОРНЫХ КИРПИЧАХ Ван Сяньпэн, С. Н. Ковшар, С. Н. Леонович	209
МОДУЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ОСНОВА МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ АДАПТИВНОГО ИЗУЧЕНИЯ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ И. И. Шпак, В. И. Красовский	213
ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В. В. Сивуха.....	218
BENEFITS OF ECONOMIC ENTITIES THROUGH THE CO-COMBUSTION OF VARIOUS CLONES FROM THE SALIX SP. GENUS AND A MIXTURE OF DIFFERENT LIGNITE SAMPLES Jelena Urošević, Filip Jovanović, Vojin Tadić, Goran Trivan, Dragica Stanković.....	221
АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ВНУТРЕННЕМ РЫНКЕ И В МИРЕ Л. А. Липницкий, П. К. Шалькевич	226
ГИДРОАККУМУЛЯТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ДОПОЛНЕНИЕ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ Н. К. Толеубаев, Е. К. Толеубаев, Т. С. Каргабай, Д. К. Исмаилов, А. Ж. Мырзахан, А. Ж. Касым	230
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА О. И. Родькин, Е. В. Зеленуха.....	233
ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ВИДОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ Х. Броцкий, Г. Э. Мазейко, О. И. Родькин	236
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЖИГАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ БИОМАССЫ НА ОСНОВЕ «ТОРФ-ТРОСТНИК-ИВА» ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ В. А. Пашинский, А. А. Бутько	240
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В. А. Пашинский, А. А. Бутько	244
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ОЦЕНКЕ И УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННО-КОММУНАЛЬНОГО ВОДООТВЕДЕНИЯ В. Н. Штепа, П. В. Васюхневич.....	249
ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ОЗОНОВОГО СЛОЯ А. Н. Акимов, С. И. Гуляева, А. М. Людчик.....	253
ЭФФЕКТИВНАЯ МЕТОДИКА УЧЕТА НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА ОТ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ И КОНЦЕНТРАЦИЙ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОЗДУХА А. М. Людчик, А. Н. Акимов, П. Н. Павленко	257

ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ОБЛАСТНЫХ ГОРОДАХ БЕЛАРУСИ А. Н. Акимов, Е. А. Мельник, П. Н. Павленко	261
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ А. Л. Карпей, А. Р. Самойлова	264
ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ С. В. Ткаченко, Т. В. Смирнова, И. В. Лефанова.....	269
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В. В. Журавков, Н. Д. Урбанович.....	272
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕГО ДОСТУПА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ УРОВНЯХ В. В. Журавков, Б. А. Тонконогов, П. К. Шалькевич, О. А. Антонович.....	276
ДОПУСТИМОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА ДЛЯ БЕЛОК-БЕЛКОВОГО ДОКИНГА ИЗ СТАРЫХ ANDROID-УСТРОЙСТВ А. Д. Казмерчук, С. Шахаб	280
NETWORK SPATIAL MODELING USING THE TECHNOLOGY OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN QINGHUANGDAO CITY (PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA) S. A. Lapyonok, Wei Xia, O. I. Rodzkin, A. A. Kologrivko, Y. V. Klausova	284
ПРОГРАММНЫЕ ПЛАТФОРМЫ КАК СРЕДСТВО ДЛЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКИ ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКОГО ДИАГНОЗА Н. А. Бушкевич, С. Е. Дромашко	287
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Т. В. Бучукова, И. В. Лефанова, И. В. Мартинкевич.....	291
РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ SEIR ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИЙ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И. В. Лефанова, Т. В. Смирнова	294
ОБЗОР ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА А. А. Будько, П. К. Шалькевич, Л. А. Липницкий	298
ВЛИЯНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИСХОДОВ НА РЕЗУЛЬТАТ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТОДОМ MDR В. А. Иванюкович, Е. А. Николаенко, С. Б. Мельнов, Н. В. Жур, Т. Л. Лебедь.....	301
АРХИТЕКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕГО ДОСТУПА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ УРОВНЯХ Б. А. Тонконогов, В. В. Журавков, М. Г. Герменчук	306
МОДЕЛЬ ДАННЫХ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕГО ДОСТУПА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ УРОВНЯХ Б. А. Тонконогов, В. В. Журавков, М. Г. Герменчук	310

MONITORING OF BALATA RIVER POLLUTION BY SOIL EROSION AS A PART OF A NEW BLACK SEA PROJECT IN MOLDOVA E. Kuharuk, Iu. Corman	316
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВАХ И ВОДАХ В КОНТЕКСТЕ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В. В. Плесканев, П. К. Шалькевич, Л. А. Липницкий	320
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КОНТЕКСТЕ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В. В. Плесканев, Д. С. Трошко, Д. С. Мишлаков, П. К. Шалькевич	324
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ О. А. Прихач, П. К. Шалькевич	327
 ФИЛОСОФСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ	
ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И ПСИХОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ КОМБИНАЦИИ ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ А. О. Козорез, И. З. Олевская	332
БИОСФЕРНЫЕ РЕЗЕРВАТЫ КАК ОБЪЕКТЫ ВОПЛОЩЕНИЯ ИДЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ Е. А. Кривошеева, Е. Б. Яценко	335
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ЗВУКОВЫМИ И СВЕТОВЫМИ ВОЛНАМИ. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН М. В. Ленчевский, С. А. Войтова	338
ПРОБЛЕМА КОНФЛИКТА ВО ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И СТУДЕНТА М. Д. Марковская, И. З. Олевская	341
КОРРЕКЦИЯ ДЕТСКИХ СТРАХОВ У СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ В. В. Крицкая, И. З. Олевская	344
СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И. А. Сергей, А. Н. Скамароха, В. И. Шерикова, Н. Д. Лепская	347
ФОРМИРОВАНИЕ МЕДИАГРАМОТНОСТИ СТУДЕНТОВ IT СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ Е. А. Николаенко, Е. В. Кот	350
РОЛЬ ИДЕОЛОГИИ В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ В. Н. Лучина, В. В. Сивуха, Е. Д. Пытляк	354
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КАК КЛЮЧЕВАЯ ДЕТЕРМИНАНТА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ И РЕГИОНОВ В. Н. Лучина, С. И. Пупликов, В. В. Сивуха	357

МОРАЛЬНО-НРАВСТВЕННАЯ РОЛЬ ЦИФРОВОЙ КУЛЬТУРЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ
ПРОЦЕССЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Ю. Г. Ермолович, 361

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ РФ В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО Р
АЗВИТИЯ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКИ

Д. А. Мальцева, О. Д. Сафонова, Е. В. Семенец..... 365

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЕ

К. А. Гнедая, Н. В. Яблонская, В. А. Филиппенко, Е. А. Данькова..... 368

ИЗУЧЕНИЕ РОСТОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЛЬТУРЫ CHLORELLA SP.

И. М. Новик, Е. Э. Бондаренко, К. В. Котлярова, П. В. Симанович..... 372

Научное издание

**САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2023 ГОДА:
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА**

**SAKHAROV READINGS 2023:
ENVIRONMENTAL PROBLEMS
OF THE XXI CENTURY**

Материалы 23-й Международной научной конференции

19–20 мая 2023 г.
г. Минск, Республика Беларусь

В двух частях
Часть 2

В авторской редакции

Компьютерная верстка М. Ю. Мошкова

Дизайн обложки: иллюстрация «Астролог» из второго тома трактата Роберта Флудда
«О космическом двуединстве» (Франкфурт, 1619 год)

Подписано в печать 13.05.23. Формат 60×84 1/8.
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 44,16. Тираж 50 экз. Заказ 165.

Республиканское унитарное предприятие

"Информационно-вычислительный центр

Министерства финансов Республики Беларусь".

Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий №1/161 от 27.01.2014, №2/41 от 29.01.2014.

ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск