

## ШКОЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ БИОИНФОРМАТИКИ

**Астахова А.А., Колясников О.В., Сергеева М.Г.**

*Специализированный учебно-научный центр  
(факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*

СУНЦ МГУ – это школа-интернат, в которой обучается более 300 учащихся 10 и 11 классов по профилям физики, математики, информатики, химии, экологии и биологии. В настоящее время центр имеет статус отдельного факультета в составе МГУ имени М.В. Ломоносова. Стоит отметить, что ежегодно значительная часть выпускников биологических классов СУНЦ поступают на факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ или на биологический факультет МГУ, то есть остаются «в стенах» МГУ и далее связывают свою профессиональную деятельность с молекулярной, клеточной биологией, биоинженерией и биоинформатикой. Эти направления являются востребованными, актуальными и основаны на использовании компьютерных технологий [1]. Эта перспектива налагает на нас дополнительную ответственность и делает актуальной подготовку учащихся к профилю биоинформатических и биоинженерных исследований еще на этапе их школьного обучения, что в свою очередь предполагает активное использование информационных технологий, интеграцию элементов биоинженерии и биоинформатики в дисциплины биологического профиля в рамках нашей образовательной программы.

Для примера рассмотрим структурную биоинформатику. В настоящее время в сети Интернет накоплены данные о строении разнообразных белков, нуклеиновых кислот, липидов и т.д., доступно множество приложений для визуализации молекулярных структур. К ним относятся, например, ChemSketch, RasMol, PyMOL и другие [2]. Эти ресурсы могут быть использованы во время занятий по химии, биохимии, молекулярной биологии. Примером задания, которое возможно решить с использованием приложения, является анализ механизма нарушения функций гемоглобина при развитии серповидно-клеточной анемии. Данный пример является канони-

ческим и приводится в рамках таких спецкурсов, как «генетика» (пример моногенного заболевания) и «молекулярная биология» (изменение функций белка при точечной аминокислотной замене). В банке данных по трехмерным структурам белков RCSB [3] под идентификаторами 1ННО, 2ННВ и 2НБS можно найти нормальную и мутантную форму гемоглобина. При этом структура мутантного белка включает две молекулы, что собственно и отражает суть проблемы – заряженный остаток аминокислоты нормального белка, который обеспечивал отталкивание между молекулами, был замещен на гидрофобный, способствующий слипанию молекул друг с другом.

Решение задания можно свести к алгоритмической форме: 1) загрузить данные и освоить работу с приложениями, 2) используя инструкции, найти нужный остаток в полипептидной цепи в мутантной и в нормальной формах белка, 3) проанализировать, что изменилось при переходе от нормы к патологии. Предложенное задание в упрощенном виде имитирует работу исследователя и позволяет учащимся получить представления об актуальных методах научной деятельности. Следует отметить, что задания такого рода возможно достаточно легко интегрировать в образовательную программу большей части школ, так как приложения находятся в свободном доступе, могут быть использованы в режиме оффлайн, имеют минимальные технические требования [2].

Обязательным элементом образовательной программы учащихся химического и биологического классов СУНЦ МГУ является выполнение исследовательских курсовых работ [4]. При этом ученики имеют возможность выбрать профиль исследования, которое они хотели бы проводить. Темы, связанные со структурной биоинформатикой, ежегодно оказываются востребованными: изучение трехмерных структур биомолекул важно для понимания механизмов их взаимодействия и разработки селективных препаратов, активирующих или подавляющих их активность. Это звучит современно и привлекательно для учащихся старших классов. В качестве примера достижений в этом направлении можно привести одну из таких исследовательских работ, выполненную учащимся еще в течение периода обучения в СУНЦ МГУ, которая была недавно опубликована в реферируемом международном научном журнале [5].

Очевидно, что такого рода занятия и исследовательские проекты подразумевают развитие у учащихся дополнительного запаса знаний по различным разделам биологии. В связи с этим перед нами стоит задача обеспечения учащихся информационными и методическими материалами, «подъемными» для ребят 10-11 классов. Решение этой проблемы включает: издание нами журнала для школьников «Потенциал. Химия, биология, медицина» [6]; разработку спецкурсов, доступных в режиме онлайн [7]; издание специализированных методических пособий [2].

Работа выполнена при поддержке Программы развития СУНЦ МГУ Министерства образования и науки Российской Федерации.

## Литература

1. Сергеева М.Г., Ивлиев А.Е. Что такое постгеномные технологии и как они используются в медицине. «Потенциал. Химия, биология, медицина», 2011. №1. С.14-19.
2. Ивлиев А.Е., Попова Н.В., Чистяков Д.В., Сергеева М.Г. Проблемы современной биологии. Учеб.-метод. пособие. – М.:Реду, 2008. 55 с. (Биоинформатика – первые шаги). Методическое пособие
3. Protein Data Bank [Электронный ресурс] URL: <http://www.rcsb.org/> (дата обращения 11.10.2016)
4. Астахова А.А., Чистяков Д.В., Сергеева М.Г. Выполнение исследовательских и проектных работ учащимися химико-биологического отделения СУНЦ МГУ [Электронный ресурс] URL: [http://internat.msu.ru/wp-content/uploads/2012/09/Issleдрaboty\\_2016.pdf](http://internat.msu.ru/wp-content/uploads/2012/09/Issleдрaboty_2016.pdf) (дата обращения 11.10.2016)
5. Petrov A., Arzhanik V., Makarov G., Koliashnikov O. A novel Arg H52/Tyr H33 conservative motif in antibodies: A correlation between sequence of antibodies and antigen binding. «Journal of Bioinformatics and Computational Biology», 2016, Vol. 14, № 4, 1650019.
6. Журнал «Потенциал. Химия, биология, медицина» [Электронный ресурс] URL: <http://potential.org.ru/> (дата обращения 11.10.2016)
7. Список онлайн спецкурсов СУНЦ МГУ [Электронный ресурс] URL: <http://sdo.justbrain.ru/local/crw/index.php?cid=4> (дата обращения 11.10.2016)