

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)  
**Структурное подразделение Новосибирского государственного университета –  
Специализированный учебно-научный центр Университета (СУНЦ НГУ)**  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УР  (Петровская О.В.) 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДЕНО На заседании ученого совета СУНЦ НГУ Протокол № 48 от 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор СУНЦ НГУ  (Некрасова Л.А.) 23 ноября 2023 г.
---	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**курса внеурочной деятельности «Биоинформатика»**

Заведующий кафедрой естественных наук  
Дымшиц Григорий Моисеевич, д.б.н., профессор



Новосибирск 2023

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «**Биоинформатика/Структурная биоинформатика**» для среднего общего образования (далее – программа) разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО), ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы среднего общего образования с учетом выбора участниками образовательных отношений курсов внеурочной деятельности. Это позволяет обеспечить единство обязательных требований ФГОС СОО во всем пространстве школьного образования: не только на уроке, но и за его пределами.

Настоящий курс предназначен для углубленного изучения биологических явлений и закономерностей, расширения базовых знаний, развития практических умений и навыков в современной биологии.

**Аннотация.** Спецкурс направлен на рассмотрение основных информационных подходов для решения задач практической молекулярной и структурной биологии. На спецкурсе будут решаться практические задания на основе молекулярно-биологических данных.

Для полного освоения спецкурса необходимы базовые знания молекулярной биологии и информатики. Знания, полученные на спецкурсе, в дальнейшем можно применять в освоении программы СУНЦ НГУ, сдачи ЕГЭ и выступлениях на олимпиадах. Освоенные навыки в дальнейшем могут применяться для собственной исследовательской деятельности и выступлениях на научных конференциях.

**Актуальность и назначение программы.** Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы основного общего образования с учетом выбора участниками образовательных отношений курсов внеурочной деятельности. Это позволяет обеспечить единство обязательных требований ФГОС во всем пространстве школьного образования: не только на уроке, но и за его пределами.

Программой предусмотрено формирование современного теоретического уровня знаний, а также практического опыта работы с лабораторным оборудованием, овладение приемами исследовательской деятельности. Методы организации образовательной и научно-исследовательской деятельности предусматривают формирование у обучающихся нестандартного творческого мышления, свободы самовыражения и индивидуальности суждений.

Программа станет востребованной в первую очередь обучающимися, которые имеют стойкий интерес и соответствующую мотивацию к изучению предметов естественно-научного цикла, естественных наук и технологий.

В настоящее время биологическое образование должно обеспечить выпускникам высокую биологическую, экологическую и природоохранительную грамотность. Знания в области основных биологических законов, теорий и идей формируют нравственные нормы и принципы отношения к живой природе.

В качестве ценностных ориентиров биологического образования выступают объекты, изучаемые в курсе биологии, к которым у учащихся формируется ценностное отношение. При этом ведущую роль играют познавательные ценности, так как данный учебный предмет входит в группу предметов познавательного цикла, главная цель которых заключается в изучении современных способов решения глобальных проблем современности. Программа преследует не

только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку она способствует формированию экологического и биотехнологического мышления у подрастающего поколения.

Программа поможет школьнику в более глубоком изучении интересующей его области естественных наук, а также в приобретении важных социальных навыков, необходимых для продуктивной социализации и формирования гражданской позиции:

- навыка самостоятельного решения актуальных исследовательских или практических задач, включающего в себя умение видеть и анализировать проблемы, нуждающиеся в решении, умение детально прорабатывать и реализовывать способы работы с ними, умение планировать собственную работу и самостоятельно контролировать свое продвижение к желаемому результату;

- навыка генерирования и оформления собственных идей, облечения их в удобную для распространения форму;

- - навыка уважительного отношения к чужим взглядам и идеям, оформленным в работах других людей, других авторов – владельцев интеллектуальной собственности;

- навыка работы со специализированными компьютерными программами, лабораторным оборудованием, техническими устройствами, библиотечными фондами и иными ресурсами, с которыми может быть связана проектно-исследовательская деятельность школьника.

Освоение данного курса позволит школьникам участвовать в олимпиадах разного уровня, успешно сдать ЕГЭ и вступительные экзамены в вузы медико-биологического профиля.

#### **Варианты реализации программы и формы проведения занятий.**

Продолжительность образовательного процесса – 1 год. Количество часов – 28 часов (2 часа в неделю, 1 семестр).

**Взаимосвязь с программой воспитания.** Программа курса внеурочной деятельности разработана с учетом рекомендаций примерной программы воспитания, учитывает психолого-педагогические особенности данных возрастных категорий. Это позволяет на практике соединить обучающую и воспитательную деятельность педагога, ориентировать ее не только на интеллектуальное, но и на нравственное, социальное развитие ребенка. Это проявляется:

- в приоритете личностных результатов реализации программы внеурочной деятельности, нашедших свое отражение и конкретизацию в примерной программе воспитания;

- в интерактивных формах занятий для школьников, обеспечивающих большую их вовлеченность в совместную с педагогом и другими детьми деятельность и возможность образования на ее основе детско-взрослых общностей, ключевое значение которых для воспитания подчеркивается примерной программой воспитания

- в инициировании и поддержке исследовательской деятельности школьников в форме организации групповых и индивидуальных исследований (мини-исследований), включение в урок различных исследовательских заданий и задач, что дает возможность обучающимся приобрести навыки самостоятельного решения теоретической проблемы, генерирования и оформления собственных гипотез, уважительного отношения к чужим идеям, публичного выступления, аргументирования и отстаивания своей точки зрения.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Развитие практической деятельности и опыта проведения исследований, в том числе экспериментальных входит во все группы результатов, обозначенных в требованиях к результатам во всех версиях ФГОС ООО

### **Личностные результаты:**

*В сфере гражданского воспитания:* готовность к сотрудничеству в процессе совместного выполнения учебных, познавательных и исследовательских задач, уважительному отношению к мнению оппонентов при обсуждении спорных вопросов биологического содержания, способность определять собственную позицию по отношению к явлениям современной жизни и объяснять ее

*В сфере патриотического воспитания:* способность оценивать вклад российских ученых в становление и развитие биологии, понимание значения биологии в познании законов природы, в жизни человека и современного общества.

*В сфере духовно-нравственного воспитания:* готовность оценивать поведение и поступки с позиции нравственных норм и норм экологической культуры; понимание значимости нравственного аспекта деятельности человека в медицине и биологии.

*В сфере эстетического воспитания:* понимание эмоционального воздействия живой природы и ее ценность.

*В сфере физического воспитания, формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия:* ответственное отношение к своему здоровью и установка на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиенических правил и норм, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность); осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курение) и иных форм вреда для физического и психического здоровья; соблюдение правил безопасности, в том числе навыки безопасного поведения в природной среде; сформированность навыка рефлексии, управление собственным эмоциональным состоянием.

*В сфере трудового воспитания:* готовность к активной деятельности биологической и экологической направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность, интерес к практическому изучению профессий, связанных с биологией, готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни.

*В сфере экологического воспитания:* ориентация на применение биологических знаний при решении задач в области окружающей среды; осознание экологических проблем и путей их решения; готовность к участию в практической деятельности экологической направленности, способность использовать приобретаемые при изучении биологии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием (соблюдение правил поведения в природе, направленных на сохранение равновесия в экосистемах, охрану видов, экосистем, биосферы); активное неприятие действий, приносящих вред окружающей природной среде, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их;

*В сфере понимания ценности научного познания:* понимание специфики биологии как науки, осознание ее роли в формировании рационального научного мышления, создание целостного представления об окружающем мире как о единстве природы, человека и общества, в познании природных закономерностей и решении проблем сохранения природного равновесия;

– убежденность в значимости биологии для современной цивилизации: обеспечение нового уровня развития медицины; создание перспективных биотехнологий, способных решать ресурсные проблемы развития человечества; поиск путей выхода из глобальных экологических проблем и обеспечение перехода к устойчивому развитию, рациональному использованию природных ресурсов и формированию новых стандартов жизни; заинтересованность в получении биологических знаний в целях повышения общей культуры, естественно-научной грамотности как составной части функциональной грамотности обучающихся, формируемой при изучении биологии; – понимание сущности методов познания, используемых в естественных науках, способность использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нем изменений; умение делать обоснованные заключения на основе научных фактов и имеющихся данных с целью получения достоверных выводов; – способность самостоятельно использовать биологические знания для решения проблем в реальных жизненных ситуациях; – осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе; – готовность и способность к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний по биологии в соответствии с жизненными потребностями.

*В сфере адаптации к изменяющимся условиям социальной и природной среды:* адекватная оценка изменяющихся условий; принятие решения (индивидуальное, в группе) в изменяющихся условиях на основании анализа биологической информации; планирование действий в новой ситуации на основании знаний биологических закономерностей.

#### **Метапредметные результаты:**

*В сфере овладения универсальными учебными познавательными действиями:*

##### Базовые логические действия:

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
- использовать при освоении знаний приемы логического мышления (анализа, синтеза, сравнения, классификации, обобщения), раскрывать смысл биологических понятий (выделять их характерные признаки, устанавливать связи с другими понятиями);
- определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями; □ использовать биологические понятия для объяснения фактов и явлений живой природы;
- строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения;
- применять схемно-модельные средства для представления существенных связей и отношений в изучаемых биологических объектах, а также противоречий разного рода, выявленных в различных информационных источниках

##### Базовые исследовательские действия:

- использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач,
- использовать различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;

- формировать научный тип мышления, владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

#### Работа с информацией:

- ориентироваться в различных источниках информации (тексте учебного пособия, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках, компьютерных базах данных, в Интернете), анализировать информацию различных видов и форм представления, критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость;
- формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе биологической информации, необходимой для выполнения учебных задач;
- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления биологической информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и др.);
- использовать научный язык в качестве средства при работе с биологической информацией: применять химические, физические и математические знаки и символы, формулы, аббревиатуру, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности
- оценивать надёжность биологической информации по критериям, предложенным учителем или сформулированным самостоятельно;
- запоминать и систематизировать биологическую информацию.

#### *В сфере овладения универсальными учебными коммуникативными действиями* Общение:

- осуществлять коммуникации во всех сферах жизни; активно участвовать в диалоге или дискуссии по существу обсуждаемой темы (умение задавать вопросы, высказывать суждения относительно выполнения предлагаемой задачи, учитывать интересы и согласованность позиций других участников диалога или дискуссии);
- развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

#### Совместная деятельность (сотрудничество):

- выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
- предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях,
- проявлять творчество и воображение, быть инициативным;

#### *В сфере овладения универсальными учебными регулятивными действиями:* Самоорганизация:

- использовать биологические знания для выявления проблем и их решения в жизненных и учебных ситуациях;
- выбирать на основе биологических знаний целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, своему здоровью и здоровью окружающих;
- расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
- делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение.

#### Самоконтроль (рефлексия):

- владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии;
- давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности

#### Эмоциональный интеллект:

- саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость;
- внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

#### Принятие себя и других:

- осознанно относиться к другому человеку, его мнению;
- признавать своё право на ошибку и такое же право другого;
- открытость себе и другим;
- осознавать невозможность контролировать всё вокруг;
- овладеть системой универсальных учебных регулятивных действий, которая обеспечивает формирование смысловых установок личности (внутренняя позиция личности), и жизненных навыков личности (управления собой, самодисциплины, устойчивого поведения).

#### **Предметные результаты освоения программы**

В познавательной (интеллектуальной) сфере:

– формирование умений решать учебные задачи биологического содержания, выявлять причинно-следственные связи, проводить качественные и количественные расчеты, делать выводы на основании полученных результатов;

– формирование интереса к углублению биологических знаний (предпрофильная подготовка и профессиональная ориентация) и выбору биологии как профильного предмета на ступени среднего полного образования для будущей профессиональной деятельности, в области биологии, медицины, экологии, психологии, ветеринарии, сельского хозяйства;

– владение навыками работы с информацией естественно-научного содержания, представленной в разной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, диаграмм, моделей, изображений), критического анализа информации и оценки ее достоверности;

– умение интегрировать биологические знания со знаниями других учебных предметов; интерес к углублению биологических знаний и выбору биологии как профильного предмета на уровне среднего общего образования для будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, экологии, ветеринарии, сельского хозяйства, пищевой промышленности, психологии, искусства, спорта - иметь четкие представления о материалистической сущности геномов живых организмов и регуляцию их работы;

– умение владеть системой биологических знаний, которая включает основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, ткань, орган, организм, вид, популяция, биосинтез белка, наследственность, изменчивость, рост и развитие и др.);

– умение устанавливать взаимосвязи между строением и функциями: клеток разных тканей; органами и системами органов у растений; этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов; генотипом и фенотипом;

- умение решать поисковые биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов;
- умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования; анализировать полученные результаты и делать выводы;
- знание основных факторов окружающей среды, влияющих на развитие и существование живых организмов, адаптаций к факторам окружающей среды;
- знание основных подходов биотехнологии, использования ее достижений в современной жизни человека, особенности использования живых организмов для производственных нужд человека;
- знание основных подходов селекции и биотехнологии культурных растений, характеризовать генетически модифицированные растения, оперировать понятиями, гибридизация, отдаленная гибридизация, искусственный отбор, гетерозис, трансформация, мутагенез, генетическое редактирование;
- понимание молекулярных механизмов реализации наследственной информации и умение свободно оперировать основными понятиями молекулярной биологии и ее современных направлений — геномики, метагеномики, протеомики;
- знание основных заболеваний человека, механизмов их развития, способах их диагностики и лечения;
- формирование умения использовать понятийный аппарат и символический язык генетики, грамотное применение научных терминов, понятий, теорий, законов для объяснения наблюдаемых биологических объектов, явлений и процессов, позволяющих заложить фундамент научного мировоззрения.

#### В ценностно-ориентационной сфере:

- знание, что применение современных технологий молекулярной биологии позволяет успешно решать такие злободневные проблемы, как охрана окружающей среды, сохранение здоровья человека, контроль и восстановление экосистем
- умение оценивать этические аспекты современных исследований в области биотехнологии и генетических технологий (направленное изменение генома и создание трансгенных организмов);
- умение мотивировать свой выбор будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, биотехнологии, сельского хозяйства; углублять познавательный интерес, направленный на осознанный выбор соответствующей профессии и продолжение биологического образования в организациях среднего профессионального и высшего образования..

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. (2 часа) Определение понятия биоинформатика, цели и задачи биоинформатики, история возникновения. Алгоритмы выравнивания: глобальные и локальные. Разбор алгоритма глобального выравнивания Нидлмана-Вунша (лекция).
2. (2 часа) Разбор алгоритма локального выравнивания Смита-Вотермана и преобразования Барроуза-Уилера (лекция).
3. (2 часа) Реализация алгоритма Нидлмана-Вунша вручную в Python3, сравнение с готовой реализацией в модуле BioPython (практикум).
4. (2 часа) Знакомство с базой данных NCBI, Uniprot, RCSB PDB, GeneAntology (лекция/практикум).
5. (2 часа) Определение понятия генные сети. Знакомство с программой STRING (или ANDStudio) для построения и визуализации генных сетей (лекция/практикум).
6. (2 часа) Определение понятия структурная биоинформатика. Знакомство с 3D-визуализатором PyMol: визуализация (изменение цвета, представления, выделение частей молекул, добавление ярлыков – визуальное оформление), мутагенез (внесение мутаций в белок, ДНК для комплексов), работа с модулем Builder для самостоятельного моделирования ДНК/белка (лекция/практикум).
7. (2 часа) Определение понятия молекулярный докинг. Молекулярный докинг белка с лигандом с помощью программы AutoDock4. Теория о молекулярной динамике (лекция/практикум).
8. (2 часа) Понятие машинного обучения и его применение в биологии. Задачи кластеризации и классификации. Метод анализа главных компонент (PCA) для понижения размерности данных. В Python3 с помощью библиотеки sklearn и модулей numpy, pandas проведение анализа методом главных компонент датасета iris и визуализация результата с помощью модуля seaborn (лекция/практикум).
9. (2 часа) Анализ датасета экспрессии генов с целью выявить различия в экспрессии генов для различных типов клеток. Визуализация результатов, кластеризация с помощью DBSCAN и других методов кластеризации (практикум).
10. (2 часа) Понятие дифференциально-экспрессирующихся генов, методы анализа. Поиск дифференциально экспрессирующихся генов до и после обработки веществом на примере датасета.
11. (2 часа) Построение модели регрессии и классификации. Построение модели линейной регрессии для определения типа клеток по профилю экспрессирующихся генов (на основе датасета из 9 занятия). Построение модели классификации по экспрессии генов с помощью метода решающих деревьев и метода случайного леса (на основе датасета из 10 занятия) (практическое).
12. (6 часа) Выполнение проектной работы.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Воспитательный компонент
1	Алгоритмы выравнивания	2	<p>Развитие и поддержка одаренности обучающихся и обеспечение участия в олимпиадах и конкурсах</p> <p>Установление доверительных отношений между руководителем объединений и обучающимися и между обучающимися непосредственно через беседы, дискуссии</p>
2	Разбор алгоритма локального выравнивания Смита-Вотермана	2	
3	Реализация алгоритма Нидлмана-Вунша	2	
4	Знакомство с базой данных NCBI	2	
5	Определение понятия геновые сети	2	
6	Определение понятия структурная биоинформатика	2	
7	Определение понятия молекулярный докинг	2	
8	Понятие машинного обучения и его применение в биологии	2	
9	Анализ датасета экспрессии генов	2	
10	Понятие дифференциально-экспрессирующихся генов	2	
11	Построение модели регрессии и классификации	2	
12	Проектные работы.	6	
Всего		28	

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Биология: Задания и вопросы с ответами и решениями: Учеб.-метод. пособие/ Авт.-сост. В.С.Кучменко и В.В.Пасечник. - М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004.
2. . Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: В 3-х т. - М.: Мир, 2004.
3. . Практическая биология для олимпиадников. Под ред. Д.А.Решетова. - М.: МЦНМО, 2017.

### Интернет-ресурсы:

4. <http://www.olimpiada.ru/>
5. <http://bioturnir.ru/>