

КИРОВСКАЯ ЛЕТНЯЯ МНОГОПРЕДМЕТНАЯ ШКОЛА (ЛМШ) ОБЪЯВЛЯЕТ НАБОР УЧАЩИХСЯ НА ИЮЛЬ 2021 ГОДА

О ШКОЛЕ

Что такое ЛМШ? Кировская ЛМШ основана в 1985 году и проводится с тех пор ежегодно. Это летний лагерь, где школьники сочетают отдых с интенсивными занятиями. В ЛМШ четыре потока — *математический, физический, биологический и химический*. Каждый ученик может учиться только на одном потоке. **На математический поток принимаются учащиеся, окончившие 6, 7, 8, 9 или 10 класс, биологический — окончившие 7, 8, 9 или 10 класс, на физический и химический — окончившие 8, 9 или 10 класс.**

ВНИМАНИЕ! В 2021 Г. ОБУЧЕНИЕ НА БИОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ ПРОВОДИТСЯ ОТДЕЛЬНО ОТ ОСТАЛЬНЫХ. ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРАВИЛАХ ЗАЧИСЛЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ НА МАТЕМАТИЧЕСКОМ, ФИЗИЧЕСКОМ И ХИМИЧЕСКОМ ПОТОКА НАХОДИТСЯ

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ИЗ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗДЕСЬ:
<https://cdoosh.ru/u/vst2021kir.pdf>,

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ИЗ ДРУГИХ РЕГИОНОВ ЗДЕСЬ:
<https://cdoosh.ru/u/vst2021ino.pdf>.

Обучение состоит из регулярных ежедневных занятий с 9.00 до 13.00 и с 14.00 до 17.00, а также проводимых во второй половине дня соревнований по предметам, консультаций, кружков, лекций и факультативов. Численность учебной группы обычно не более 20 человек.

Страничка Кировской ЛМШ в Интернете: <https://cdoosh.ru/lmsh>.

В разделе «Архивы» (<https://cdoosh.ru/lmsh/lmsh-archives>) можно найти материалы ЛМШ с 1993 по 2019 год.

Познакомиться с мнениями об ЛМШ её учеников и преподавателей, посмотреть фотографии, сделанные в школе, можно в сообществах социальной сети vk.com *ЛМШ Киров* (<https://vk.com/club41447>) и *Кировская ЛМШ – Биологи!* (<https://vk.com/smsbio>).

Зачем нужна ЛМШ? В задачи ЛМШ входят развитие у школьников свойственного изучаемой науке стиля мышления, повышение их общей и профессиональной культуры, подготовка к научной деятельности, воспитание интеллигентности и порядочности. При этом:

– приоритетны *активные формы учёбы*; в частности, на математическом и физическом потоках многие нужные теоретические результаты ученики «получают сами» через решение целесообразно подобранных и расположенных задач;

– в ЛМШ создаётся *культ серьёзной учёбы* (точнее, *работы*): плохо учиться, не уметь решать задачи здесь не престижно; культивируется *чувство профессиональной общности*;

– *каждый преподаватель является одновременно и воспитателем в своей учебной группе*: неизбежное в таких условиях тесное повседневное общение преподавателей с учениками позволяет последним воспринимать *стиль мышления и поведения своих учителей*.

Так тут с утра до ночи учатся? Учатся в ЛМШ немало. Но умеют здесь и отдыхать. После каждых четырёх учебных дней — один выходной. В свободное от учёбы время планируются интеллектуальные игры, спортивные мероприятия, посещение музеев.

Кто ездит в ЛМШ? В ЛМШ-2019 вместе со 101 кировчанином учились 337 школьников из 36 регионов России, а также из Казахстана. В 2020 году в соответствии с санитарными нормами в ЛМШ учились только кировчане. В этом году снова разрешен набор иногородних учащихся, но по действующим санитарным нормам в лагерь Вишкиль мы

можем набрать не больше 250 учеников, поэтому работа биологического отделения будет проходить отдельно на базе здания ЦДООШ в Кирове (еще около 100 человек).

ЛМШ — только для вундеркиндов? Да откуда же взять больше 400 вундеркиндов? В ЛМШ может попасть любой, кто любит и умеет решать математические задачи, ставить физические и химические опыты, изучать живую природу: надо только любить свой предмет и хотеть им заниматься. А для самых «продвинутых» учеников здесь есть специальные группы «профи», занятия в которых ведут наиболее опытные преподаватели.

А кто тут преподает? В ЛМШ сложилась команда преподавателей, составленная, с одной стороны, из высококлассных профессионалов работы с одарёнными школьниками, представляющих различные регионы России, а с другой — из бывших учеников ЛМШ — студентов МГУ, ВШЭ, МФТИ, СПбГУ и других сильнейших вузов.

Где и когда всё это будет? Биологическое отделение ЛМШ-2021 состоится *с 3 по 26 июля* текущего года на базе здания ЦДООШ в городе Кирове, оборудованного учебными аудиториями, лабораториями. Проживать участники будут на базе гостиницы «Молодежная», расположенной в здании ЦДООШ. При большом количестве заявок руководство потока оставляет за собой право разместить участников на базе гостиницы «Искож». Питание планируется четырехразовое в буфете, расположенном в здании ЦДООШ. Доступны любая мобильная связь и интернет.

Сколько это будет стоить? Ориентировочная стоимость участия в работе Биологического отделения ЛМШ в 2021 году, включающая оплату организационных расходов, проживания и питания с момента заезда (после 12.00 3 июля) до момента отъезда (до 12.00 26 июля), составляет 52 000 (пятьдесят две тысячи) рублей за каждого участника. Для школьников из города Кирова (без проживания в гостинице ЦДООШ, но с учетом обедов) – 27 000 (двадцать семь тысяч) рублей.

Есть ли льготы по оплате? Да: у победителей и призёров заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников (или заключительного этапа национальной олимпиады страны проживания) по биологии, победителей и призёров в личном первенстве XIII Всероссийского турнира юных биологов (2019/20 учебный год), а также учащихся биологического отделения, получивших по итогам ЛМШ-2019 персональные приглашения в ЛМШ-2020.

Дипломы других соревнований и регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников, а также похвальные грамоты и похвальные отзывы любых других соревнований права на льготы не дают.

Конкретные размеры скидок будут сообщены школьникам индивидуально после подведения итогов отбора на биологическое отделение.

Если учащийся имеет право на несколько скидок, то применяется не сумма скидок, а наибольшая из них.

Кто организует ЛМШ? *«Центр дополнительного образования одаренных школьников» (ЦДООШ). Контактные телефоны в Кирове: (8332) 35-15-03 (ЦДООШ), (8332) 36-10-56 (биологическое отделение ЦДООШ). Адрес для писем: 610005, г. Киров, а/я 5, ЦДООШ. Контактный электронный адрес: kirov@bioturnir.org (вступительные работы на этот адрес высылать не следует, для этого есть специальный адрес sms2021vst@bioturnir.org). Факс: (8332) 35-15-04 (ЦДООШ).*

Как поступить в ЛМШ? Набор в ЛМШ — конкурсный. Для поступления необходимо не позднее конца суток 10 мая зарегистрироваться в качестве желающего поступить в ЛМШ и выслать на конкурс решения помещённых ниже заданий вступительной работы по выбранному предмету (дата отправки устанавливается по данным почтового сервера или почтовому штемпелю). Правила оформления и отправки вступительных работ помещены

ниже. Тем, кто имеет право на внеконкурсное зачисление (см. ниже), достаточно зарегистрироваться.

Для регистрации абитуриента ЛМШ его родителю (законному представителю) нужно внести персональные данные ребенка в личный кабинет сайта ЦДООШ <http://lk.cdoosh.ru/> и заполнить анкету для выбранного потока (биология) на странице "Подать заявку" личного кабинета.

Сообщения о зачислении или отказе в зачислении в ЛМШ мы постараемся выслать авторам работ или направляющим их в ЛМШ организациям до 30 мая. По работам, набравшим полупроходной балл, решение о зачислении может быть на некоторое время отложено. **Работы, авторы которых не зарегистрировались, не рассматриваются.**

Зачисленным в ЛМШ будут высланы соответствующие договоры. Подача заявки на поступление и отправка подателю текста договора не обязывают стороны к его заключению, но отказ должен быть направлен другой стороне в разумный срок.

К конкурсу в ЛМШ-2021 не допускаются школьники, занесённые Оргкомитетом ЛМШ в стоп-лист (в частности, отчисленные из предыдущих ЛМШ без права поступления в 2020 и в 2021 году или получившие неудовлетворительную оценку на зачёте в ЛМШ-2019). Оргкомитет ЛМШ также оставляет за собой право независимо от результата конкурсной работы отказывать в зачислении учащимся, в отношении которых есть основания считать, что их обучение в ЛМШ несовместимо с принципами школы.

Отъезд из лагеря без сдачи зачета при отсутствии форс-мажорных причин (то есть плановый приезд в лагерь на часть смены) не допускается. В случае такого отъезда ученик попадает в стоп-лист на будущий год.

Кто зачисляется в ЛМШ без вступительной работы?

▪ *на биологический поток:*

1) победители и призёры (награждённые *дипломами*) заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников 2020/2021 учебного года *по биологии*; жители зарубежных стран, награждённые дипломами I или II степени (или золотыми и серебряными медалями) заключительного этапа национальной олимпиады *страны проживания* 2020/2021 учебного года *по биологии* (*диплом III степени / бронзовая медаль национальной олимпиады права внеконкурсного зачисления не даёт*); результаты, показанные на зарубежных национальных олимпиадах, подтверждаются приложенной к анкете копией/сканом соответствующего диплома; копии дипломов Всероссийской олимпиады школьников прилагать не требуется, так как оргкомитету доступны списки её результатов;

2) учащиеся ЛМШ-2019, получившие по итогам обучения персональное приглашение в ЛМШ-2020 *на биологическое отделение*; список таких учащихся размещён в сети Интернет на страничке ЛМШ.

3) победители и призёры (награждённые дипломами I, II и III степени в лиге «Сеньоры 1» и дипломами I и II степени в лигах «Сеньоры 2» и «Юниоры 1») в личном первенстве XIII Всероссийского турнира юных биологов 2019/2020 учебного года.

4) учащиеся школ Кировской области, получившие дипломы I и II степени по результатам участия в региональном этапе Всероссийской олимпиады школьников по биологии 2020/21 учебного года, а также Областной олимпиады по биологии 2020/21 учебного года.

Дипломы других олимпиад (в частности, регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников), а также похвальные грамоты и похвальные отзывы любых олимпиад права на внеконкурсное зачисление учащимся из-за пределов Кировской области не дают.

О П О Т О К А Х

С информацией о математическом, физическом и химическом потоках можно ознакомиться на сайте: <https://cdoosh.ru/lmsh/>.

Биологический поток. Целью обучения является углубление и расширение теоретических знаний по биологии, развитие навыков научно-исследовательской работы, умений работы с биологическими объектами в естественных и лабораторных условиях. Программой обучения предусмотрено проведение лекционных, практических, лабораторных занятий, экскурсий. Помимо групповой работы ведётся и индивидуальная. Для семиклассников планируется проведение теоретико-практических курсов по морфологии растений и зоологии беспозвоночных, включающих элементы научно-исследовательской работы в природе. Для восьмиклассников – курсы по анатомии растений, зоологии беспозвоночных и позвоночных, гистологии. На лабораторных занятиях ребята учатся делать срезы различных органов растений, биологический рисунок, готовить временные микропрепараты, определять растения, анализировать их морфологическое строение, монтировать гербарий, определять беспозвоночных и позвоночных животных. Для старшеклассников — курсы по анатомии и физиологии человека, эмбриологии, биохимии, генетике, физиологии растений, молекулярной и клеточной биологии, эволюции. По окончании обучения всем учащимся предстоит сдать зачёты по всем проводимым курсам.

О З А О Ч Н О М О Б У Ч Е Н И И В Ц Д О О Ш

*Данная информация о заочном обучении предназначена **только для школьников из Кировской области!***

В этом году всем учащимся Кировской области ЦДООШ предоставляет право *свободного, без предварительного отбора,* поступления на заочное **обучение по математике, физике, химии, и биологии (для учащихся 6, 7, 8 и 9 классов 2020/21 уч.г.).** Заочно в ЦДООШ можно учиться как по одному, так и по нескольким предметам. Для регистрации школьника, желающего обучаться заочно, с **24 мая** нужно внести его персональные данные в личный кабинет на странице <http://lk.cdoosh.ru/> (в том числе внести персональный номер ПФДО) и заполнить анкету для мероприятия «Заочное обучение» на странице «Подать заявку» личного кабинета (если личного кабинета еще нет, его надо создать, нажав кнопку «Зарегистрироваться» на той же странице. Личный кабинет создается на имя родителя или иного законного представителя ребёнка, данные одного или нескольких детей вносятся в нем по кнопке «Ваши дети»). Ученики ежегодно получают учебные пособия и по 6-8 контрольных заданий, рассчитанных на ребят, желающих глубже узнать предмет, научиться решать нестандартные задачи, подготовиться в вуз с высокими требованиями. Успешно окончившим курс обучения выдаются удостоверения.

Обучение на заочном отделении бесплатное.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНКУРСНОЙ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ В ЛМШ-2021

Убедительная просьба к учителям: выдавать ученикам задания **только с приложением описанных ниже правил!** Не сделав этого, Вы сильно подведёте ребят: неправильно оформленная работа не будет допущена до участия в конкурсе.

Правила выполнения и оформления работ.

1. После номера каждой задачи в скобках указаны классы, для учащихся которых она

предназначена.

2. Выполняя работу, можно пользоваться литературой (в решениях в таком случае должны быть приведены соответствующие ссылки), но *нельзя прибегать к помощи других людей, в том числе решать задачи коллективно. Работы, выполненные с нарушением этого правила, исключаются из конкурса.* Если же автор такой работы всё-таки попадёт в ЛМШ, и в процессе обучения обнаружится, что уровень его вступительной работы заметно выше фактического уровня самого ученика, он будет отчислен без права поступления в будущие ЛМШ. **За публикацию (включая перепост) или обсуждение решений вступительных заданий в Интернете до окончания срока отправки работ виновные дисквалифицируются навсегда.**

3. На титульном листе каждой работы (а не задачи!) должны быть указаны сведения о её авторе: фамилия, имя, отчество, домашний адрес, школа, класс, номера домашнего и мобильного телефонов, контактный электронный адрес.

Перед решением каждой задачи *должен быть записан её номер. Условия задач переписывать в работу не нужно!*

Решение каждой задачи *по биологии* необходимо выполнять в отдельном файле или на отдельном листе А4, перед каждым решением должен быть указан номер задачи и ФИО участника.

Решения следует писать разборчиво, чётко, подробно. *Все утверждения, использованные в решениях, должны быть обоснованы. Если задача имеет несколько ответов, надо найти их все.*

4. Правила отправки работ.

4.1 Высылать вступительные работы нужно в электронном виде электронным письмом. Адрес для отправки работ для поступающих на биологическое отделение: sms2021vst@bioturnir.org.

4.2 Работа высылается в виде приложения к письму, состоящего из нескольких файлов. Допускаются файлы **только** форматов .txt, .doc, .docx, .pdf, .jpg, .tif, .png. Объем каждого вложенного файла должен быть не больше 5 Мб, суммарный объём вложенных файлов — не более 20 Мб (письма объёмом больше 25 Мб наш сервер не принимает). Файлы графических форматов .pdf, .jpg, .tif, .png *должны быть хорошо читаемыми.*

В работах каждый файл необходимо называть так: <класс участника>-<номер задачи>-<фамилия участника>, например, *9-6-Иванова.*

Не принимаются письма, содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещенные в Интернете.

4.3 В поле «Тема» электронного письма с работой должны быть указаны: класс, в котором учится автор; город (село), где живёт автор; фамилия, имя и отчество автора (**именно в таком порядке!**)

Пример верно заполненного заголовка: *8 класс Екатеринбург Иванов Пётр Егорович.*

Пример неверно заполненного заголовка: *Вступительная работа в ЛМШ ученика 8 класса Иванова Петра.*

4.4 В каждом письме должна быть работа целиком: мы не хотим и не будем выискивать и соединять части работы, отправленной несколькими письмами. В крайнем случае, если возникла серьёзная необходимость что-то исправить или дополнить в уже отправленной работе, можно (**не позднее 10 мая!**) отправить новую версию работы (целиком, а не только поправки!), указав в поле «Тема» письма после имени автора «повторная», например: *8 класс Екатеринбург Иванов Пётр Егорович, повторная.* В таких случаях рассматривается только последняя версия работы, предыдущие игнорируются.

4.5 Работу можно выполнять либо сразу в электронном виде, либо на сначала бумажных листах **формата А4** (210×297 мм; **тетрадные листы крайне нежелательны**) с последующим сканированием (в крайнем случае, если нет никакой возможности выполнить сканирование, допускается фотографирование, но лучше все-таки найти возможность отсканировать).

Сканировать нужно с разрешением 150 dpi (файлы при таком разрешении обычно получаются объемом не больше 400 Кб). При выполнении работы на бумаге постарайтесь обойтись возможно меньшим числом листов — чем меньше будет файлов с работой, тем легче будет проверяющим — либо соединить все файлы с решениями в один. **Перед отправкой работы убедитесь, что все файлы хорошо читаются!**

4.6 Отклоняются без рассмотрения работы, оформленные или высланные с нарушением правил:

- ✓ отправленные позднее конца суток 10 мая 2021 года по московскому времени;
- ✓ отправленные частями в нескольких письмах;
- ✓ с неверно заполненным полем «Тема» электронного письма с работой;
- ✓ с использованием файлов недопустимого формата (см. выше п. 4.2), слишком большого объема или плохо читаемых;
- ✓ без указания на первой странице указанных выше в п. 3 анкетных данных автора;
- ✓ содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещенные в интернете;
- ✓ работы, оформленные с нарушением описанных выше в пп. 3 и 4.2 специальных требований;
- ✓ работы, авторы которых не зарегистрировались в качестве желающих поступить в ЛМШ на сайте ЦДООШ.

4.7 Работу, отправленную электронным письмом, **обычной почтой дублировать не нужно!**

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ

Перед каждым заданием в скобках указано, для учеников каких классов оно предназначено. При проверке работ решения задач, не предназначенных для класса, где учится автор работы, **оцениваться не будут!**

1. (7-8) «Привлекательный организм» Часть живых организмов имеет маскирующую окраску, а другие, наоборот, окрашены ярко.

а) Почему организмам может быть выгодно привлекать к себе внимание, ведь, на первый взгляд, кажется, что быть незаметным для врагов более полезно.

б) Назовите не менее 5 принципиально различных преимуществ наличия «привлекательной» окраски для её носителей.

в) Приведите примеры «привлекательно» окрашенных растений и животных, принадлежащих к разным систематическим группам.

2. (7-8) «Универсальный опылитель» Цветковые – довольно прогрессивная группа растений. Чтобы достичь такого эволюционного успеха, необходимо иметь почти совершенные приспособления не только к выживанию в различных условиях, но и к успешному размножению в них. Ключевой особенностью размножения цветковых растений является опыление: агентами по переносу пыльцы служат как неживые, так и живые объекты. В последнем случае «усилия» в процессе эволюции для взаимной адаптации к

опылению прилагают как растения, изменяя форму цветка, так и животные-опылители, изменяя какие-либо части своего тела.

а) Предложите модель универсального животного-опылителя, который мог бы помочь с решением проблемы по переносу пыльцы как можно большему количеству видов растений.

б) Какие группы растений могли бы стать партнерами этого универсального животного-опылителя?

в) Какие преимущества и недостатки могут быть у такого универсального опылителя по сравнению с опылителями, специализированными на отдельных группах и даже видах растений?

3. (7-8) «Суперхищное растение» В природе существуют растения с активным и пассивным способом охоты на животных. Для охоты такие растения используют, образующийся в их клетках потенциал действия, что позволяет совершать достаточно быстрые и специфичные движения.

а) Возможно ли появление в дальнейшем растений с иными, чем имеются сейчас, механизмами ловли животных?

б) Приведите два принципиально новых механизма, возникновение которых, по-вашему мнению, наиболее вероятно.

в) Каким образом может измениться рацион питания и ареал таких растений, при появлении новых механизмов ловли животных?

4. (7-8) «Самый запасливый» В условиях сезонного климата живые организмы сталкиваются с необходимостью переживать длительный неблагоприятный период, в течение которого доступность необходимых ресурсов (воды, пищи) значительно снижается, поэтому многие животные запасают их в своем теле или же вне его. Выберите самого запасливого в следующих номинациях: «Самые большие запасы по соотношению к массе тела животного»; «Запасание самого труднодоступного ресурса»; «Самые экстремальные условия сбора». Для этого:

а) В каждой из трех указанных выше номинаций приведите не менее пяти различных живых организмов, которые, по-вашему мнению, являются наиболее подходящими.

б) Для каждой из номинаций укажите набор из нескольких параметров, по которым вы отбирали животных в предыдущем пункте.

в) Для каждой номинации оцените выбранных животных по указанному вами набору параметров из предыдущего пункта для того, чтобы выбрать победителя среди них.

5. (7-8) «Стратеги» В экологии принято выделять два типа стратегий воспроизведения: К- и г. Однако известно, что некоторые виды могут переходить от одной стратегии к другой.

а) Какие экологические факторы могут стать причиной смены стратегии?

б) Какие особенности анатомии и физиологии организмов могут способствовать такому переходу между стратегиями?

6. (9-10) «Нездоровый образ жизни» Спорт высоких достижений часто сопряжен с негативными последствиями для организма спортсмена.

а) Предложите список из пяти анатомических и физиологических изменений в организме человека, которые позволят улучшить результаты спортсменов в легкой атлетике.

б) Сравните данные изменения с изменениями, происходящими под воздействием допинга, по спектру негативных последствий.

в) Как эти негативные последствия, предложенных вами изменений, можно преодолеть, чтобы улучшить физические параметры спортсмена с наименьшим вредом для организма?

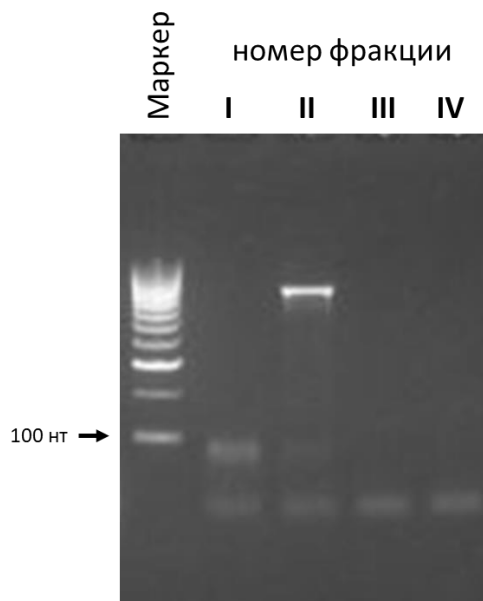
7. (9-10) «Локализация» Вам необходимо определить, какая часть изучаемого вами целевого белка несет на себе сигнал ядерной локализации (nuclear localization signal, NLS), который является меткой для его транспортировки в ядро. Для этого вы создали три варианта экспрессионных ДНК-конструкций, кодирующих рекомбинантный белок, слитый с FLAG-тагом: конструкция 1 кодирует полноразмерный белок с FLAG-тагом; конструкция 2 кодирует N-домен белка с FLAG-тагом; конструкция 3 кодирует С-домен белка с FLAG-тагом. Далее вы трансформировали клетки HeLa каждой из трех ДНК-конструкций в отдельных экспериментах, растили клетки в среде несколько дней, а затем сделали иммуногистохимическое окрашивание клеток антителами против тубулина (сигнал обозначен красным цветом) и против FLAG-тага (сигнал обозначен зеленым цветом). Результаты экспериментов и схемы использованных в них ДНК-конструкций приведены на рисунке ниже.



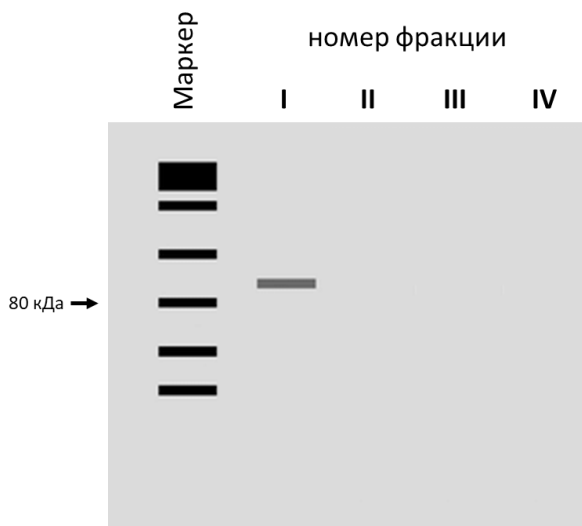
- а) В каком компартменте клетки локализуется тубулин?
- б) На каком домене целевого белка находится NLS?
- в) Объясните распределение красного и зеленого сигналов по компартментам клетки в каждом эксперименте.
- г) Объясните появление зеленого сигнала в месте, указанном белой стрелкой. Почему оно носит единичный случай?
- д) Как изменится распределение сигнала в каждом случае, если на С-домен целевого белка добавить одинаково доступный сигнал экспорта из ядра (Nuclear Export Signal, NES)?
- е) Какими способами можно регулировать нахождение белка лишь в одном компартменте (ядро или цитозоль), если у него есть как NLS, так и NES? Оцените предложенные вами способы по критериям эффективности и обратимости.

8. (9-10) «Клеточные внутренности» Вы исследуете содержимое животной клетки. Для этого вы разрушаете клеточную оболочку и проводите разделение клеточных компартментов с помощью центрифугирования. Последовательно повышая центробежное ускорение в центрифуге и собирая осадок, вы добиваетесь разделения смеси на 4 фракции, содержащие очищенные ядра, митохондрии, микросомы и рибосомы. К сожалению, подписи на пробирках стерлись, и вам предстоит разобраться, какие органеллы находятся в каждой из четырех пробирок. Вы подписываете их I, II, III, IV и проводите два эксперимента.

Эксперимент 1. Вы обрабатываете каждую фракцию в соответствии с протоколом выделения ДНК. Полученный раствор вы используете в качестве матрицы в ПЦР (полимеразной цепной реакции) с праймерами, специфичными к одному из генов, кодирующих актин. Полученные в результате ПЦР продукты разделяете электрофорезом в агарозном геле. Полученный результат представлен ниже.



Эксперимент 2. Затем вы разделяете белки, содержащиеся в выделенных вами фракциях, в денатурирующем акриламидном геле и проводите вестерн-блоттинг (выявление белков с помощью антител) с антителами к ферменту аконитаза-2. Полученный результат представлен ниже.



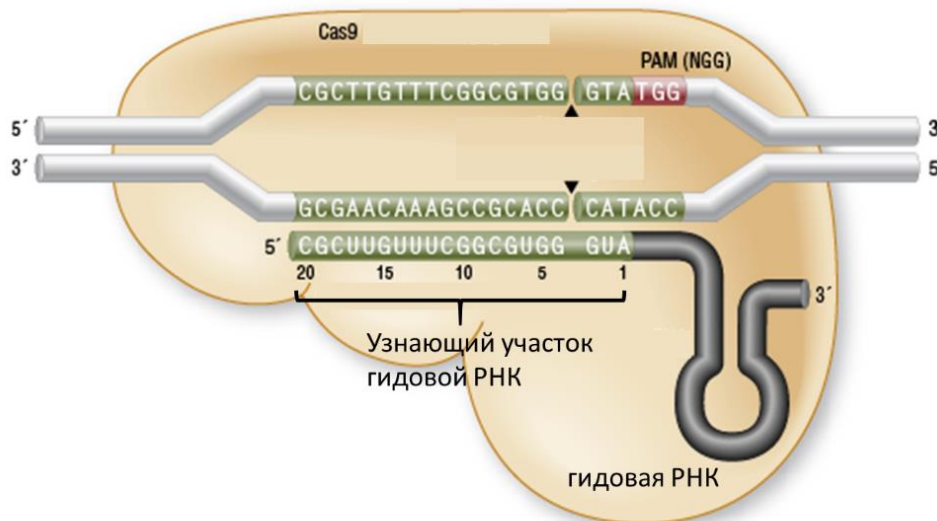
а) Кратко объясните принцип разделения органелл с помощью центрифугирования. Почему для осаждения ядер требуется меньшее центробежное ускорение, чем для осаждения митохондрий?

б) Используя данные, полученные в описанных экспериментах, предположите, какие органеллы находятся в пробирках I и II. Поясните свой ответ.

в) Предложите минимум три варианта эксперимента, который позволит установить содержимое пробирок III и IV.

9. (9-10) «Криспер» Технология CRISPR-Cas широко используется для внесения мутаций в гены. Принцип работы этой технологии следующий. К молекуле ДНК-мишени привлекается нуклеаза Cas9, которая разрезает эту молекулу ДНК. Для привлечения Cas9 к

ДНК-мишени используется гидовая РНК, которая комплементарно взаимодействует с целевой молекулой ДНК. Для того, чтобы Cas9 узнала мишень, к последовательности, узнаваемой гидовой РНК, должна примыкать так называемая PAM-последовательность. Cas9 разрезает ДНК-мишень, отступив три нуклеотида от PAM-последовательности, как показано на рисунке ниже (приведена Cas9 из бактерии *Streptococcus pyogenes*).



Cas9-белки, полученные из разных бактерий, узнают различные PAM-последовательности. Так, Cas9 из бактерии *Streptococcus pyogenes* (SpCas9) узнает PAM последовательности вида NGG (N-любой нуклеотид). Другой фермент – Cas9 из бактерии *Staphylococcus aureus* (SaCas9) узнает PAM другого вида: NNGRRT (R = A или G). Как и в случае SpCas9, PAM для SaCas9 следует за последовательностью, узнаваемой гидовой РНК, и разрыв вносится на расстоянии трех нуклеотидов до PAM. Размер узнающей части гидовой РНК у SpCas9 и SaCas9 – 20 нуклеотидов.

После разрезания ДНК клеточные системы репарации ДНК пытаются соединить концы разрыва, однако иногда в ходе этого процесса в месте стыка добавляется или теряется один или несколько нуклеотидов.

Ниже приведена последовательность человеческого гена X, в который планируется внести мутацию с помощью системы CRISPR/Cas (рисунок ниже и приложение к задаче). Этот ген кодирует фермент, однако строение этого фермента неизвестно – вы не знаете, где находится активный центр. Вы хотите внести мутацию, которая делает белок, кодируемый в этом гене, нефункциональным (такой процесс называется геным нокаутом).

Точка начала транскрипции

Старт-кодон

CGGTGGGAGGTCTATATAAGCAGAGCTGGTTTAGTGAACCGTCAGATCCGCTAGCGCTACCGGTCGCCACCATGC

TGAGCAAGCGCGAAGAGCTGTTACAAGAGTGGTGCCATCCTGGTCGAGCTGGACGGCGACGTAAACGGCCA

CAAGTTCAGCGTGTCGGCGAGGGCGAGGGCGATGCCACCTACGGCAAGCTGACCCTGAAGTTCATCTGCACC

ACCGGCAAGCTGCCCGTGCCCTGGCCACCCTCGTGACCACCCTGACCTACGGCGTGAGTGCTTCAGCCGCTA

CCCCGACCACATGAAGCAGCAGACTTCTTCAAGTCC**gtacagaaggttggagtctttttatttcagttttcttcttaggtacta**

Интрон

ctacatttattagccttagagcactttaacctaaattatggttggtgttatttgaatctctaaatttttttagtctctagaataagcagc

atnttaatggtgttccaacatatggtttatagtaagttcagtggaatagtttcttcttctctctctcattcttcagaggacctcatcatggttag

gtttttgttttcttagGCCATGCCCCGAAGGCTACGTCCAGGAGCGCACCATCTTCTTCAAGGACGACGGCAACTACAAG

ACCCGCGCCGAGGTGAAGTTCGAGGGCGACACCCTGGTGAACCGCATCGAGCTGAAGGGCATCGACTTCAAG

GAGGACGGCAACATCCTGGGGCACAAGCTGGAGTACAACACTACAACAGCCACAACGTCTATATCATGGCCGACAA

GCAGAAGAACGGCATCAAGGTGAACCTCAAGATCCGCCACAACATCGAGGACGGCAGCGTGCAGCTCGCCGAC

CACTACCAGCAGAACACCCCATCGGCGACGGCCCCGTGCTGCTGCCCGACAACCACTACCTGAGCACCCAGTC

CGCCCTGAGCAAAGACCCCAACGAGAAGCGCGATCACATGGTCCTGCTGGAGTTCGTGACCGCCGCGGGATC

Стоп-кодон

ACTCTCGGCATGGACGAGCTGTACAAGTAACCCCTGAACCTGAAACATAAAATGAATGCAATTGTTGTTGTTAAC

TTGTTTATTGCAGCTTATAATGGTTACAAATAAAGCAATAGCATCACAAATTCACAAATAAAGCATTTTTTTCACTG

Поли-А-сигнал (терминатор транскрипции)

CATTCTAGTTGTGGTTTGTCCAAACTCATCAATGTATCTTAACGCGTAAATTGTAAGCGTTAATATTTGTAA

а) С какой средней частотой в произвольной длинной двуцепочечной молекуле ДНК будут встречаться последовательности, которые сможет узнать нуклеаза **SpCas9**?

б) С какой средней частотой в произвольной длинной двуцепочечной молекуле ДНК будут встречаться последовательности, которые сможет узнать нуклеаза **SaCas9**?

в) Объясните, каким образом технология CRISPR/Cas позволяет осуществлять генный нокаут.

г) Запишите последовательность узнающей части гидовой РНК для **SpCas9** для нокаута гена X. Если вы считаете, что в гене X есть несколько последовательностей для **SpCas9**, выберите из них самую подходящую (то есть ту, при использовании которой вероятность инактивировать ген максимальна).

д) Запишите последовательность узнающей части гидовой РНК для **SaCas9** для нокаута гена X. Если вы считаете, что в гене X есть несколько последовательностей для **SaCas9**, выберите из них самую подходящую (то есть ту, при использовании которой вероятность инактивировать ген максимальна).

Приложение к задаче. Последовательность гена X в виде текста:

CGGTGGGAGGTCTATATAAGCAGAGCTGGTTTAGTGAACCGTCAGATCCGCTAGCGCTACCGGTCGCCACCATGCTGAGCAAGCGCGAAGAGCTGTTACAAGAGTGGTGCCATCCTGGTCGAGCTGGACGGCGACGTAAACGGCCACAAGTTCAGCGTGTCGGCGAGGGCGAGGGCGATGCCACCTACGGCAAGCTGACCCTGAAGTTCATCTGCACCACCGGCAAGCTGCCCGTGCCCTGGCCACCCTCGTGACCACCC

TGACCTACGGCGTGCAGTGCTTCAGCCGCTACCCCGACCACATGAAGCAGCACGACTTCTTCAAGT
CCgtacagaaggttgaggtctttttatatttcagttttctttcttaggtactactacatttattag
cctctagagcactttaaacctaaaattatgggttggttggttatttgaaatctctaaattttttt
tagtctctagaataagcagcattttaatgtgggttcccaacatatggctttatagtaagttcagtg
aatagtttctctttctttcctctctctcattcttcagaggacctcatcatggtaggtttttgttttc
ttagGCCATGCCCCGAAGGCTACGTCCAGGAGCGCACCATCTTCTTCAAGGACGACGGCAACTACAA
GACCCGCGCCGAGGTGAAGTTCGAGGGCGACACCCTGGTGAACCGCATCGAGCTGAAGGGCATCGA
CTTCAAGGAGGACGGCAACATCCTGGGGCACAAGCTGGAGTACAACSTACAACAGCCACAACGTCTA
TATCATGGCCGACAAGCAGAAGAACGGCATCAAGGTGAACTTCAAGATCCGCCACAACATCGAGGA
CGGCAGCGTGCAGCTCGCCGACCACTACCAGCAGAACACCCCCATCGGCGACGGCCCCGTGCTGCT
GCCCCGACAACCACTACCTGAGCACCCAGTCCGCCCTGAGCAAAGACCCCAACGAGAAGCGCGATCA
CATGGTCTGCTGGAGTTCGTGACCGCCGCCGGGATCACTCTCGGCATGGACGAGCTGTACAAGTA
ACCCCTGAACCTGAAACATAAAATGAATGCAATTGTTGTTGTTAACTTGTTTATTGCAGCTTATA
ATGGTTACAAATAAAGCAATAGCATCACAAATTTACAAATAAAGCATTTTTTTTCACTGCATTCTA
GTTGTGGTTTTGTCCAAACTCATCAATGTATCTTAAACGCGTAAATTGTAAGCGTTAATATTTTGTTA
AA

10. (9-10) «Лишняя хромосома» В 1998 году аргентинские ученые исследовали кариотип Зебровой амадины *Taeniopygia guttata* и обнаружили, что в её соматических клетках 40 хромосом, включая половые хромосомы Z и W. При исследовании половых клеток наряду с аутосомами и Z и W хромосомами, была обнаружена дополнительная крупная хромосома, которой никогда не бывает в соматических клетках. Эту хромосому назвали «Хромосома половых клеток» (далее – ХПК). В 2019 году группа российских ученых показала, что ХПК есть в половых клетках (и отсутствует в соматических клетках) у всех певчих птиц. У остальных птиц ХПК нет ни в половых, ни в соматических клетках. При этом ХПК по-разному ведет себя в мейозе у самцов и самок. У самцов ХПК обнаруживается в предшественниках половых клеток, но теряется после первого деления мейоза и в сперматозоиды не попадает. У самок ХПК сохраняется на протяжении всего мейоза и передается потомкам через яйцеклетки. Но, в отличие от остальных хромосом, после первого деления мейоза, обе ХПК попадают в клетку предшественницу яйцеклетки, а полярное тельце ХПК не получает. В результате во всех яйцеклетках обнаруживается по две ХПК.

а) Как называется явление, обнаруженное российскими учеными у всех певчих птиц? Дайте определение этого явления. Приведите не более трех примеров организмов разных таксономических групп, у которых наблюдается данное явление.

б) Предположим, что в ХПК одного из видов певчих птиц есть гены А и В. Вы скрещиваете гетерозиготную самку с доминантным гомозиготным самцом. Приведите схему скрещивания, покажите генотипы родителей и потомков, и гаметы, производимые самцом и самкой. Сколько фенотипических классов потомков вы ожидаете получить и почему?

в) В результате мутации образовался аллель a_1 , рецессивный по отношению к А и а. Данный аллель в гомозиготе снижает количество потомков, оставляемых самкой. Как повлияет аллель a_1 на самку у которой впервые возникла данная мутация и её потомков?

Авторы задач: 7-8 классы — О.Н. Вишницкая, Е.Н. Лимонова, 9-10 классы — А.А. Аганов, Т.Ю. Баймак, Н.С. Бизяев, В.С. Вьюшков, Д.В. Пупов.