

Программа выездных школ по подготовке к биохимии

Тип курса: выездная школа

Форма обучения: очно

Классы: 8-10

Направление подготовки: ВсОШ и перечневые олимпиады по биологии

Количество академических часов (обязательное): 52

Куратор и преподаватель программы: Сатина Людмила Яковлевна – старший преподаватель кафедры биохимии Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, руководитель летней практики студентов Биологического факультета МГУ после 2-го курса, руководитель практикума Биологическая спектроскопия студентов 2-3 курса бакалавриата, 1 курса магистратуры, руководитель программ повышения квалификации Межфакультетского НОЦ МГУ в г. Пущино, соавтор 5 книг, имеющих статус Учебное пособие и множества методических руководств. Соавтор 8 научных публикаций.

Преподаватели программы:

1. Ветошкина Дарья Васильевна, к.б.н., научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН. Принимала участие в разработке и проведении семинарских занятия по курсу "Организация научных исследований" магистратуры МФТИ Автор 14 публикаций в российских и международных рецензируемых журналах, шесть из которых опубликованы в журналах Q1. На данный момент руководитель 3 грантов, а также одной аспирантской и одной магистерской работы. Проходила стажировки в Университете г. Турку, Финляндия и Институте цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия.

2. Иванов Анатолий Алексеевич, PhD, старший научный сотрудник ФИЦ "Пущинский научный центр биологических исследований РАН", Институт фундаментальных проблем биологии РАН (Пущино). Автор 41 научных публикаций.

3. Леконцева Наталья Владимировна, к.б.н., научный сотрудник ФГБУН Институт белка РАН, научный руководитель дипломных и магистерских работ студентов Учебного центра Института белка РАН. Автор 31 научной публикации и 2 учебно-методических работ, руководитель гранта РФФИ, куратор секции "Молекулярная биология" Пущинской школы-конференции

молодых ученых "Биология - наука XXI века". С 2015 года проводит лабораторные занятия со студентами второго курса Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова во время летней практики после 2-го курса, а также со слушателями программы повышения квалификации в Межфакультетском научно-образовательном центре МГУ в г. Пущино.

4. Любимов Валерий Юрьевич, доктор биологических наук (1995), ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН. На протяжении пяти лет работал в качестве преподавателя (профессор) в ПушГУ с курсом лекций «Фотосинтез от хлоропласта до ценоза» и пяти лет в Пущинском филиале МГУ имени М.В. Ломоносова с курсом лекций «Фотосинтетический углеродный метаболизм». На протяжении многих лет провожу занятия летней практики студентов 2-го курса МГУ по теме «Кинетика ферментативной реакции на примере каталазы». Автор 139 научных публикаций.

5. Михайлина Алиса Олеговна, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУН Институт белка РАН. Автор 43 научных публикаций, являлась руководителем 2 грантов РФФИ. Проводила практические занятия по методам молекулярной биологии в Учебном центре Института белка РАН. Является одним из преподавателей летней практики студентов 2-го курса биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

6. Надеева Елена Михайловна к.б.н., научный сотрудник, Института фундаментальных проблем биологии РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино. Автор и соавтор 16 публикаций в рецензируемых зарубежных и отечественных журналах. Член оргкомитета Пущинской школы-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века» и Всероссийского студенческого БиоТурнира.

7. Поздняков Никита Валентинович, научный сотрудник группы прикладной энзимологии лаборатории новых методов в биологии ФИЦ ПНЦБИ РАН. Ведущий инженер лаборатории ЯМР-исследований Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН. Сертифицированный сервисный инженер медицинской и аналитической техники. Работа с методами жидкостной хроматографии, изотопной масс-спектрометрии, спектрофотометрии.

8. Позднякова-Филатова Ирина Юрьевна, специалист в области молекулярной биологии прокариот, младший научный сотрудник ФИЦ "Пущинский научный центр биологических исследований" РАН. Преподаватель курсов повышения

квалификации в области генетической инженерии, ментор. Автор 4х научных публикаций.

9. Поцелуева Маргарита Михайловна, биофизик, к.б.н., ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, доцент Пушкинского Государственного Естественно-научного института, более 30 лет преподаватель курса теоретических и практических занятий по физико-химической биологии для студентов 2 курса физиолого-биохимического отделения Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Пушкино, руководитель 3 кандидатских и более 20 магистерских диссертаций, 28 дипломных работ, руководитель грантов РФФИ и МИНОБРНАУКИ, один из преподавателей программ повышения квалификации, преподаватель программ подготовки школьников к олимпиадам на базе БИОТЕХА г. Пушкино.

10. Костарева Ольга Сергеевна, молекулярный биолог, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУ "Институт белка" Российской Академии Наук. Один из преподавателей летней практики студентов Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, программ повышения квалификации Межфакультетского НОЦ МГУ в г. Пушкино преподаватель подготовительных сборов к региональному и заключительному этапам Всероссийской олимпиады школьников в ЦПМ. Победитель конкурса «Лучший аспирант РАН 2010» от фонда Зимина. Многократный стипендиат конкурсов от европейских биохимических сообществ FEBS и EMBO. В течение полугода стажировалась в Медицинском Университете г. Инсбрук, Австрия. Автор 24 научных публикаций, руководитель 2 грантов от Российского Фонда Фундаментальных Исследований и Российского Научного Фонда.

11. Тимченко Мария Александровна, к.б.н., ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего Лабораторией ЯМР-исследований биосистем ИТЭБ РАН, старший научный сотрудник по совместительству Группы прикладной энзимологии, Лаборатории новых методов в биологии ИБ РАН ФИЦ ПНЦБИ РАН, доцент ПушГЕНИ и НОЦ ИТЭБ РАН, преподаватель Межфакультетского НОЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. Автор 36 научных публикаций, руководитель гранта РФФИ. С 1996 по 2013 г. участвовала в International Summer School, University of Jyväskylä, Finland и имеет сертификаты об окончании по направлениям: «Practical and theoretical courses on biochemistry and molecular biology», «Practical and theoretical courses on ^{15}N NMR», «Practical and theoretical courses on X-ray crystallography, NMR and molecular dynamics», «Practical and theoretical courses on biophysics of charged systems, «Practical and theoretical courses on carbon

nanotubes», «Practical and theoretical courses on biological mass-spectrometry and solid-state NMR» и др.

12. Фарофонова Василина Валерьевна, квалификация "Исследователь. Преподаватель-исследователь", научный сотрудник в Институте Биологического Приборостроения, лаборатория белковых лекарственных препаратов, автор 11 публикаций в сфере метаболизма и цитологии дрожжей, готовится к защите кандидатской диссертации по фосфатному метаболизму дрожжевых клеток.

13. Хатыпов Равиль Александрович, PhD, ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН (обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН). Выпускник Московского Государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности биофизика, с 1992 г. - кандидат биологических наук по специальности "биохимия". Автор 34 научных публикаций по вопросам преобразования световой энергии и исследованию реакционных центров фотосинтеза в реферируемых журналах, из них 12 в зарубежных журналах. В настоящее время Хатыпов Р.А. проводит исследования сверхбыстрых процессов разделения зарядов в фотосинтетических реакционных центрах методом фемтосекундной когерентной лазерной спектроскопии. Хатыпов на протяжении ряда лет проводит лекционно-практический курс по оптической спектроскопии со студентами 2 - 4 курсов Биологического факультета МГУ в период летней практики в Межфакультетском НОЦ МГУ в г. Пущино.

14. Чернышов Сергей Вячеславович, к.б.н., научный сотрудник группы молекулярной биотехнологии филиала Института биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, один из преподавателей Межфакультетского НОЦ МГУ с 2008 г., преподаватель Биотехнологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и учебного центра Института белка РАН (Пущино) с 2018 г. (лекционный курс "Методы генетической инженерии"). Автор 80 научных публикаций и 1 патента.

1. Как устроена выездная школа «Коалиции»

- ✓ Расписание дня: 4 пары по 1,5 часа, перерывы на питание и отдых, свободное время или тематические мероприятия
- ✓ Практикоориентированный подход к обучению, разработка программы и форматов занятий осуществляется педагогическими дизайнерами
- ✓ Опытные преподаватели: молодые учёные, сотрудники научных лабораторий, выпускники ведущих вузов
- ✓ Вожатые: помощники на выездной школе по всем техническим и организационным вопросам, вместе с художественным руководителем курируют мероприятия. Все вожатые имеют необходимую квалификацию и являются выпускниками Школы вожатых «Коалиции».
- ✓ В конце выездной школы проводится контрольный срез знаний или написание пробного тура олимпиады
- ✓ Обратная связь по итогу выездной школы от преподавателей
- ✓ Программа курса адаптируется преподавателями под уровень знаний и скорость усвоения материала учениками

2. Описание программы

Цель обучения на школе – знакомство учеников с различными современными направлениями биохимии, получение углубленных знаний как теоретических основ современных методов исследования в биологии, биохимии, молекулярной биологии и биоинженерии, так и приобретение практических навыков, необходимых для подготовки школьников к Олимпиадам разного уровня.

Олимпиады, к которым готовятся на курсе:

1. Всероссийская олимпиада школьников по биологии
2. Всероссийская олимпиада школьников по химии
3. Олимпиада МГУ «Покори Воробьевы горы» по биологии, химии
4. Московская олимпиада школьников по биологии, химии
5. Международная Биологическая олимпиада (ИВО)

Объём учебной нагрузки на курсе:

Максимальная учебная нагрузка (с учетом домашних заданий и самостоятельной подготовки): 74 академических часа

Обязательная учебная нагрузка (аудиторная нагрузка): 52 академических часов

Предполагаемое количество занятий в день: 1 пара в день заезда + 4 пары в день в другие учебные дни + день отъезда

Примерная длительность курса: 1 неделя

Входные компетенции ученика (нужно для успешного обучения на курсе):

- ✓ Успешное освоение школьного курса биологии, химии, физики, математики (8-10 классы)

Выходные компетенции ученика (после обучения на курсе):

- ✓ умение безопасно работать в научной лаборатории;
- ✓ систематизированные и углубленные знания по биохимии;

- ✓ умение работать с различными реактивами и контрольно-измерительными приборами для проведения опытов, понимание принципов их работы;
- ✓ формирование представления о современных биохимических исследованиях;
- ✓ навык практического применения знаний в области биохимии;
- ✓ начальное понимание аспектов работы в биохимической сфере, академической карьеры (профориентация)



3. Тематическое планирование Выездных школ по подготовке к биохимии

Программа может корректироваться преподавателем во время курса с учетом уровня группы.

В программе указаны 10 учебных задач. В рамках выездной школы будет реализовано 9 в зависимости от состава преподавателей и оборудования

№ п/п	Название темы	Кол-во ак. часов	Формат учебного занятия	Содержание темы
Задача 1. Кристаллизация биологических материалов				
1	Кристаллизация белков для установления их структур	2	Лекция	Кристаллизация белков и установление их структур являются одними из самых перспективных направлений современной биологии. В их основе лежит способность биологических молекул образовывать кристаллы, которые способны рассеивать рентгеновские лучи, используемые для получения рентгеноструктурных данных. Кристаллическое состояние вещества обусловлено симметричным расположением атомов внутри кристаллической решетки вещества. Пространственная (кристаллическая) решетка характеризуется таким расположением точек (узлов решетки), при котором каждая точка находится в точно таком же окружении и в такой же ориентации, как и любая другая. Закон Брэгга, описывающий зависимость между углами и фазами падающих и отраженных волн и расстояниями между атомами в кристаллической решетке, позволяет воссоздать трехмерную кристаллическую структуру исследуемого объекта.
2	Кристаллы. Их форма и вид	1	Семинар	Способность биологических молекул образовывать кристаллы
3	Получение кристаллов белка лизоцима в различных условиях	2	Практикум	В практической части работы производится получение кристаллов лизоцима методом диффузии паров в висячей капле, а также изучение влияния температуры и различных добавок на кристаллизацию данного белка. Полученные кристаллы наблюдаются с помощью микроскопа, что позволят оценить чистоту белка, а также определить лучшие условия получения кристаллов лизоцима.
4	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 2. Трансформация бактериальной клетки				



5	Разные способы введения генетического материала в клетки	2	Лекция	В теоретической части рассматривается разнообразие методов введения генетического материала в клетки. Введение молекул ДНК в живые клетки является одной из важных и неотъемлемых задач генетической инженерии, направленных на создание генетически модифицированных организмов. Методы доставки наследственного материала в клетки весьма разнообразны, но все они используют один из трёх базовых принципов воздействия на живую клетку: химический, физический и биологический. В ряде случаев для повышения эффективности используют комплексный подход, комбинирующий, например, методы химической обработки клеток и какого-либо физического воздействия. В зависимости от того, в клетки каких организмов стоит задача ввести ДНК, используются разные термины для обозначения этого процесса. Введение ДНК в животные клетки называется трансфекцией. Для бактериальных, растительных и дрожжевых клеток это трансформация. Для бактерий ещё существует способ трансдукции.
6	Базовые принципы воздействия на живую клетку	1	Семинар	Способы воздействия на клетку: химический, физический и биологический. Цель – доставка генетического материала в клетку.
7	Проведение электрофореза в денатурирующих условиях	2	Практикум	В практической части данной задачи включает приобретение базовых навыков при получении компетентных “кальциевых” клеток кишечной палочки и проведении процедуры их трансформации векторными плазмидами, несущими репортёрные гены зелёного и красного флуоресцирующих белков.
		1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 3. Выделение светящегося белка GFP и его аналогов из бактериальных клеток				
8	История открытия и применение зеленого флуоресцирующего белка в молекулярной биологии	2	Лекция	В теоретической части задачи рассматривается история открытия и последующее применение зеленого флуоресцирующего белка медузы. Зелёный флуоресцентный белок (green fluorescent protein, GFP) флуоресцирует в зелёном диапазоне при освещении его светом от синего до ультрафиолетового диапазона. Разнообразие мутантных форм и гомологов GFP позволило значительно расширить диапазон применений флуоресцентных белков, например, в различных областях молекулярной и клеточной биологии. Флуоресцентные белки широко используются как неинвазивные метки для изучения как отдельных молекул, так и клеток, и целого организма. Использование флуоресцентного белка позволяет проследить практически весь путь жизни исследуемого белка: его экспрессию, локализацию, движение, взаимодействие с другими белками и активность в клетке, расположение в тканях или организме.
9	Неинвазивные метки	1	Семинар	Использование неинвазивных меток для изучения организмов



10	Выделение и очистка светящегося белка	2	Практикум	В практической части задачи проводится выделение и очистка рекомбинантного флуоресцентного белка из бактериальных клеток <i>Escherichia coli</i> . Применяется совокупность методов разрушения клеток и хроматографического разделения белков на примере очистки флуоресцентного белка.
11	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 4. ПЦР (полимеразная цепная реакция)				
12	Принцип полимеразной цепной реакции для получения копий участков ДНК	2	Лекция	ПЦР (полимеразная цепная реакция) В теоретической части задачи обсуждаются различные способы образования дополнительных копий участков хромосомной ДНК (амплификация), а также возможность реализации накопления копий определенной нуклеотидной последовательности во время цепной полимеразной реакции – ПЦР. Этот метод основан на многократном избирательном копировании определённого участка ДНК при помощи ферментов в искусственных условиях (<i>in vitro</i>). При этом происходит копирование только того участка, который удовлетворяет заданным условиям.
13	Условия, при которых возможно проведение многократного копирования	1	Семинар	Обсуждаются важные условия и особенности проведения ПЦР
14	Оптимизация параметров цикла амплификации. Праймеры, их подбор для работы	2	Практикум	В практической части задачи проводится знакомство с приборами для ПЦР-амплификации, с принципами подбора праймеров, оптимизации параметров цикла амплификации. Определяется зависимость ПЦР-реакции от ионов магния, количества Tag-полимеразы и числа циклов амплификации. Проверкой служит электрофоретическое разделение полученных копий ДНК.
15	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 5. Изучение низкомолекулярных биологических соединений в инфракрасной области				
16	Общие принципы измерения спектров поглощения в инфракрасном диапазоне	2	Лекция	В теоретической части задачи обсуждаются общие принципы измерения спектров поглощения в инфракрасном диапазоне. Преимущества Фурье-спектроскопии. Механизм формирования интерферограммы, разложение периодической временной функции в ряд Фурье и Фурье-анализ такого разложения. Зависимость формы интерферограммы от частоты излучения, ширины спектральных линий и соотношения амплитуд. Современный Фурье-спектрометр (Equinox-55) и работа на нем.



17	Алгоритм измерения спектров	1	Семинар	Механизм формирования интерферограммы
18	Подбор условий и измерения колебательно-вращательных спектров поглощения	2	Практикум	В практической части задачи производится подбор условий для измерения колебательно-вращательных спектров поглощения простых молекул: CO ₂ , H ₂ O, ацетон, бензол, спирты и др. Рассчитывается и строится общая схема колебательных и вращательных переходов в молекуле CO ₂ . Рассчитывается величина вращательной постоянной, момента инерции и длины межатомных связей. Проводится идентификация веществ и анализ структуры с использованием компьютерного банка данных.
19	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 6. Дрожжи против дрожжей				
20	Определение антагонизма между одноклеточными организмами	2	Лекция	Теоретическая часть посвящена основам работы в микробиологической лаборатории. Вводится понятие стерильности, использования питательных сред для выращивания микроорганизмов – бактерий и дрожжей. Рассматриваются разнообразные микробиологические методы, включающие культивирование, посев и пересев в стерильных условиях и безопасной работе с микроорганизмами. Основное внимание уделяется изучению явления антагонизма между одноклеточными организмами.
21	Основы работы в микробиологической лаборатории	1	Семинар	Соблюдение правил работы в микробиологической лаборатории. Посев и пересев одноклеточных организмов
22	Посев-штрих одних штаммов дрожжей на другие, выросшие сплошным газоном	2	Практикум	В практической части на чашки Петри с разными штаммами дрожжей, высеянными сплошным газоном - в стерильных условиях вносятся другие штаммы дрожжевых культур посевом штрих. Антагонизм между некоторыми штаммами проявляется в отсутствии роста газона вокруг штриха с биомассой, а при отсутствии антагонизма газон полностью обрастает штрих с биомассой.
23	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 7. Тонкослойная хроматография (ТСХ)				
24	Разные типы хроматографии. История и применение	2	Лекция	В теоретической части задачи рассматриваются разные типы хроматографического разделения веществ, понятие подвижной и неподвижной фазы. Заостряется внимание на особенностях хроматографии в тонком слое, вводится представление о адсорбционном замещении, об элюотропном ряде растворителей, о способах определения и идентификации разделенных веществ.
25	Особенности ТСХ	1	Семинар	Как можно разделить вещества методом тонкослойной хроматографии
26	Разделение и идентификация	2	Практикум	В практической части задачи производится подбор условий для хроматографирования в тонком слое сорбента. Проводится экстракция



	пигментов зелёного листа. Сравнение светящихся компонентов цедры цитрусовых			пигментов растений и их последующее разделение на пластинах с сорбентом. Рассчитывается Rf каждого пигмента. Проводится выявление хлорофиллов по их флуоресценции в красной области спектра. Дополнительно проводится тонкослойная хроматография терпенов из экстракта цедры цитрусовых и их идентификация.
27	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 8. Люминесцентная спектроскопия				
28	Флуоресценция биологически важных веществ	2	Лекция	В теоретической части обсуждается исследование флуоресценции биологически важных веществ. Регистрация спектров флуоресценции и качественный анализ веществ. Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации, количественный анализ веществ, влияние эффектов реабсорбции, экранирования, выбор оптимальных условий измерений. Применение низких температур. Спектрофлуориметр на основе монохроматора, фотоумножителя и автоматической системы регистрации спектров, работа на нем.
29	Количественный анализ веществ	1	Семинар	Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации. Определение концентрации веществ по их люминесценции
30	Регистрация спектров флуоресценции, качественный и количественный анализ веществ	2	Практикум	В практической части задачи производится знакомство с установкой по измерению спектров флуоресценции, измерение и сопоставление спектров флуоресценции пигментов в водном гомогенате, ацетоновом экстракте и в нативной клетке. Определение концентрации веществ по спектрам флуоресценции.
31	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 9. Кинетика ферментативной реакции				
32	Что такое биохимическая реакция, ее скорость и зависимость от различных параметров	2	Лекция	В теоретической части рассматривается определение скорости биохимической реакции, ее структуры и свойств, зависимости от разных условий. Кинетика реакции и ее построение. Методы измерения каталазной активности, как пример ферментативной активности.
33	Методы измерения каталазной активности, как пример ферментативной активности	1	Семинар	Обсуждение работы ферментов, их активности и понимание изменения скорости их работы от различных причин



34	Способы измерения активности ферментов	2	Практикум	Измерение каталазной активности фермента. Расчет скорости каталазной активности. Изучение зависимости каталазной активности от концентрации пероксида водорода
35	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям
Задача 10. Химический метод определения пролина				
36	Разные способы определения аминокислот	2	Лекция	Теоретическая часть посвящена аминокислотам, являются обязательными компонентами большого числа соединений растений и животных. Главным образом аминокислоты входят в состав белков и пептидов, но также участвуют в биохимическом синтезе витаминов, гормонов и других биологически важных молекул клетки. Являясь основным компонентом ферментов, аминокислоты играют ключевую роль в регуляции большинства метаболических процессов живых организмов. Немаловажное значение имеет также значение аминокислот в качестве источника энергии в катаболических процессах клетки.
37	Особенности определения пролина	1	Семинар	Появление пролина в стрессовых условиях выращивания растений
38	Проведение химического анализа пролина для его определения в норме и стрессе у растений	2	Практикум	В практической части проводится определение концентрации пролина в листьях проростков пшеницы в нормальных и стрессовых условиях с помощью специфического метода химического анализа; ознакомление с принципами работы на спектрофотометре; измерение оптической плотности образцов; построение калибровочной кривой и вычисление результатов.
39	Выводы по задаче практикума	1	Дискуссия	Обсуждаются выводы, полученные в результате проведения задачи практикума и соответствие их теоретическим знаниям

4. Список рекомендуемых учебных источников (литература и интернет-ресурсы)

1. Молекулярная биология. Простой и занимательный подход. Д. Кларк, Л. Рассел, ЗАО «Компания КОНД», Москва, 2004
2. Биология (биологические процессы и законы), К. Вилли, В. Детье, Издательство «Мир», 1974
3. Элементарный учебник физики под ред. Г.С. Ландсберга, том 1-3, Издательство «Наука», Москва, 1975
4. Занимательная физика, Я.И. Перельман, том 1,2, Издательство «Наука», Москва, 1982
5. Химия. Курс для средней школы. Издательство «Наука», Москва, 1971