

Рабочая программа
элективного курса
«Биофизика»
(10-11 класс)

Авторы-составители:
учителя физики

Томск, 2019

Пояснительная записка

Рабочая программа элективного курса «Биофизика» составлена в соответствии с нормативными документами:

- Федеральный закон «Об образовании в РФ» от 29.12.2012 г.
- Федеральный компонент государственного стандарта общего образования (с изменениями в ред. Приказов Минобрнауки России от 03.06.2008 № 164, от 31.08.2009 № 320, от 19.10.2009 № 427, от 10.11.2011 № 2643, от 24.01.2012 № 39, от 31.01.2012 № 69, от 23.06.2015 № 609, от 07.06.2017 № 506)
- Примерная основная образовательная программа среднего общего образования, одобренная решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28 июня 2016 г. № 2/16-з)
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.12.2015 № 1578 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован в Минюсте России 09.02.2016 № 41020).
- Основная образовательная программа среднего общего образования МАОУ гимназии № 26 г. Томска.
- Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях" (с изменениями и дополнениями).
- Распоряжения Департамента общего образования Томской области от 28.09.2018 г. № 832-р «Об утверждении Концепции развития физико-математического и естественнонаучного образования Томской области на 2019-2025 годы»
- Распоряжение департамента образования администрации Города Томска от 25.02.2019 № 85-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Концепции развития физико-математического и естественнонаучного образования в городе Томске»

Целью реализации рабочей образовательной программы среднего общего образования по курсу «Биофизика» является: достижение выпускниками компетенций и компетентностей, определяемых личностными, семейными, общественными, государственными потребностями и возможностями обучающегося старшего школьного возраста, становление и развитие личности обучающегося в ее самобытности уникальности, осознание собственной индивидуальности, появление жизненных планов, готовность к самоопределению; ознакомить учащихся с физическими методами исследования и воздействия, которые находят широкое применение в биологии и медицине, с некоторыми элементами бионики, а также показать единство законов природы, применимость законов физики и к живым организмам

Главными задачами реализации программы являются:

- формировать российскую гражданскую идентичность обучающихся;
- обеспечить равные возможности получения качественного среднего общего образования;
- создать условия для развития и самореализации обучающихся, для формирования здорового, безопасного и экологически целесообразного образа жизни обучающихся.
- сформировать представления о роли и месте теории естествознания в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли биофизики в формировании естественно-научного кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- добиться владения основополагающими естественнонаучными понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой;
- добиться владения основными методами научного познания, используемыми при формировании ЕНКМ: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформировать умения решать физические задачи в курсе биофизики;

- сформировать умения применять полученные знания для объяснения условий протекания явлений в живой природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- сформировать собственную позицию по отношению к естественнонаучной информации, получаемой из разных источников.

Принципы и подходы: методологической основой реализации программы является системно-деятельностный подход, который предполагает:

формирование готовности обучающихся к саморазвитию и непрерывному образованию;
 проектирование и конструирование развивающей образовательной среды организации, осуществляющей образовательную деятельность;
 активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;
 построение образовательной деятельности с учетом индивидуальных, возрастных, психологических, физиологических особенностей и здоровья обучающихся.

Рабочая программа по элективному курсу «Биофизика» обеспечена УМК:

1. Естествознание. 10-11 класс. Учебник. Базовый уровень (автор О. С. Габриелян, И.Г.Остроумов, Н.С.Пурышева, С.А.Сладков, В.И.Сивоглазов). – М.: Дрофа .
- 2.Программа Физика 10 - 11 класс: / авторы-составители: В.С.Данюшенков, О.В.Коршунова Физика 10-11 Учебник для общеобразовательных учреждений 10 класс/ Г.Я Мякишева, Б.Б Буховцева, Н.Н Сотского- М: Просвещение,

Данный комплекс нацелен на достижение результатов освоения предмета «Биозика» на личностном, метапредметном и предметном уровнях, реализует основные идеи Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, в нем учитываются основные идеи и положения программы развития и формирования универсальных учебных действий для среднего общего образования. Данный УМК полностью отвечает стандартам, утвержденным Министерством образования и науки РФ. Он рекомендован министерством в качестве учебников для любых типов общеобразовательных учреждений и входит в федеральный перечень учебников, рекомендованных к использованию в средних школах.

Рабочая программа для базового уровня составлена из расчета 68 часов за два года обучения (10 класс-34ч. по 1 час в неделю, 11 класс-34ч. по 1 час в неделю), регулируется учебным планом МАОУ гимназии №26 г. Томска

I. Планируемые результаты освоения учебного предмета

Содержание рабочей программы по элективному курсу «Биоизика» (10-11 классы) направлено на достижение планируемых результатов освоения обучающимися всех компонентов, составляющих содержательную основу основной образовательной программы среднего общего образования.

Планируемые результаты опираются на ведущие целевые установки, отражающие основной вклад рабочей программы в развитие личности обучающихся, их способностей.

В структуре планируемых результатов выделяются следующие группы:

1. Личностные результаты.
2. Метапредметные результаты.
3. Предметные результаты.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя:

ориентация обучающихся на реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;

готовность и способность обучающихся к отстаиванию собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;

готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества;

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к России как к Родине (Отечеству):

русская идентичность, способность к осознанию русской идентичности в поликультурном социуме, чувство причастности к историко-культурной общности русского народа и судьбе России, патриотизм;

уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину;

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся с окружающими людьми:

нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей, толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;

принятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению;

способность к сопереживанию и формирование позитивного отношения к людям;

развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к окружающему миру:

мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;

готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

экологическая культура, бережное отношение к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений:

осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов.

Метапредметные результаты освоения программы представлены тремя группами универсальных учебных действий (УУД).

1.Регулятивные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;

выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;

организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;

сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

2. Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи; критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;

находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;

выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;

выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;

менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

3. Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;

при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

Предметные результаты: Биофизика

В результате изучения учебного предмета «Биофизика» на уровне среднего общего образования учащиеся должны знать:

Скорости передачи нервных импульсов, тока крови. Ускорения, которые могут возникать в мире живых существ, например, при взлёте птиц и насекомых. Ускорения, испытываемые летчиками и космонавтами при взлёте и посадке. Влияние силы тяжести на развитие растений. Механизм вдоха и выдоха. Капилляры в кровообращении животных и системе питания растений. Прочность тканей живых организмов. Магнитное поле в биологии и медицине. Действие переменного тока на живые организмы. Биопотенциалы в растительных и живых организмах, их природа и регистрация. Частотный диапазон человеческого голоса. Органы слуха у животных. Модель уха человека. Ультразвуковая локация в животном мире. Сравнение «живых» и технических локаторов. Применение ультразвука в биологии и медицине. Влияние электромагнитных волн на живые существа. Применение лазера. Строение органов зрения человека и представителей животного мира. Понятие о цветном зрении. Применение инфракрасных, ультрафиолетовых лучей в биологии и медицине. Меченые атомы и ускорители элементарных частиц в медицине, биологических исследованиях и сельском хозяйстве. Некоторые вопросы бионики.

Выпускник на базовом уровне научится:

демонстрировать на примерах роль естествознания в развитии человеческой цивилизации; выделять персональный вклад великих ученых в современное состояние естественных наук;

грамотно применять естественно-научную терминологию при описании явлений окружающего мира;

обоснованно применять приборы для измерения и наблюдения, используя описание или предложенный алгоритм эксперимента с целью получения знаний об объекте изучения;

выявлять характер явлений в окружающей среде, понимать смысл наблюдаемых процессов, основываясь на естественно-научном знании; использовать для описания характера протекания процессов физические величины и демонстрировать взаимосвязь между ними;

осуществлять моделирование протекания наблюдаемых процессов с учетом границ применимости используемых моделей;

критически оценивать, интерпретировать и обсуждать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях с точки зрения естественно-научной корректности; делать выводы на основе литературных данных;

принимать аргументированные решения в отношении применения разнообразных технологий в профессиональной деятельности и в быту;

извлекать из описания машин, приборов и технических устройств необходимые характеристики для корректного их использования; объяснять принципы, положенные в основу работы приборов;

организовывать свою деятельность с учетом принципов устойчивого развития системы «природа–общество–человек» (основываясь на знаниях о процессах переноса и трансформации веществ и энергий в экосистеме, развитии и функционировании биосферы; о структуре популяции и вида, адаптациях организмов к среде обитания, свойствах экологических факторов; руководствуясь принципами ресурсосбережения и безопасного применения материалов и технологий; сохраняя биологическое разнообразие);

обосновывать практическое использование веществ и их реакций в промышленности и в быту; объяснять роль определенных классов веществ в загрязнении окружающей среды;

действовать в рамках правил техники безопасности и в соответствии с инструкциями по применению лекарств, средств бытовой химии, бытовых электрических приборов, сложных механизмов, понимая естественно-научные основы создания предписаний;

формировать собственную стратегию здоровьесберегающего (равновесного) питания с учетом биологической целесообразности, роли веществ в питании и жизнедеятельности живых организмов;

объяснять механизм влияния на живые организмы электромагнитных волн и радиоактивного излучения, а также действия алкоголя, никотина, наркотических, мутагенных, тератогенных веществ на здоровье организма и зародышевое развитие;

выбирать стратегию поведения в бытовых и чрезвычайных ситуациях, основываясь на понимании влияния на организм человека физических, химических и биологических факторов;

Выпускник на базовом уровне получит возможность научиться:

выполнять самостоятельные эксперименты, раскрывающие понимание основных естественно-научных понятий и законов, соблюдая правила безопасной работы; представлять полученные результаты в табличной, графической или текстовой форме; делать выводы на основе полученных и литературных данных;

осуществлять самостоятельный учебный проект или исследование в области естествознания, включающий определение темы, постановку цели и задач, выдвижение гипотезы и путей ее экспериментальной проверки, проведение эксперимента, анализ его результатов с учетом погрешности измерения, формулирование выводов и представление готового информационного продукта;

обсуждать существующие локальные и региональные проблемы (экологические, энергетические, сырьевые и т.д.); обосновывать в дискуссии возможные пути их решения, основываясь на естественно-научных знаниях;

находить взаимосвязи между структурой и функцией, причиной и следствием, теорией и фактами при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе естественно-научных знаний; показывать взаимосвязь между областями естественных наук.

II. Содержание курса

10 класс (34час. в год, 1 час в неделю)

Введение.(1час) Значение для человека знаний по биологии, биофизике, физике, медицине. История бионики. Живая природа и её отличительные особенности, её многообразие и эволюция, связь с физикой; человек как биосоциальное существо. Некоторые вопросы биомеханики

Элементы биофизики при изучении механики. (10ч). Некоторые вопросы биомеханики. Механические свойства живых тканей и органов. Механические явления, происходящие с организмом человека и его органами. Эргометрия. Силы в природе. Основные законы механики. Силы трения в организмах животных. Полёт в мире живой природы. Реактивное движение в живой природе. Некоторые особенности поведения человека при перегрузках в невесомости. Вестибулярный аппарат как инерциальная система ориентации Механические свойства твердых тел и биологических тканей. Простые механизмы в живой природе. Силы трения в организмах животных. Полёт в мире живой природы. Простые механизмы в живой природе. Архитектурно-строительная биофизика. Остовы, формы, структуры. Движение (ползание, ходьба, полет). Захват.

Элементы биофизики при изучении теплоты и молекулярных явлений (9ч). Введение понятий об основных положениях МКТ и их проявлениях в организме человека. Диффузия как опытное обоснование МКТ строения вещества. Диффузия в живой природе. Смачивание. Капиллярные явления. Значение капиллярных явлений в жизни человека и животных. Приспособление животных к различным температурам. Испарение в физике и в жизни растений.

Элементы биофизики при изучении электричества (11ч). Введение в электродинамику. Электрический заряд. Физические основы электризации. Наблюдение явлений электризации в физических процессах и живой природе. Электрические явления в нервной системе животных. Электрические явления в растениях. Нейробионика. Рефлекс и обучение

Защита проектов (3ч)

11 класс (34час. в год, 1 час в неделю)

Элементы биофизики при изучении электромагнетизма(10ч) Суть основ электромагнетизма. Магнитное поле и медицина. Воздействие на организм переменными (импульсными) токами. Воздействие на организм переменным магнитным полем. Воздействие на организм переменным электрическим полем. Воздействие на организм электромагнитными волнами. Электричество и магнетизм в бионике. Медицинская электроника. Основные группы медицинских электронных приборов

Регистрация биопотенциалов. Электротерапия.

Элементы биофизики при изучении колебаний и звука (10ч). Введение в акустику. Природа звука и его физические характеристики. Слуховой аппарат человека Характеристика слухового ощущения. Физические основы звуковых методов исследования Волновое сопротивление. Отражение звуковых волн. Биоритмы. Голос в живом мире. Эхо в мире живой природы. Ультразвук, его роль в биологии и медицине.

Элементы биофизике при изучении оптики и строения атома (12ч). Формирование понятий о природе света. Основы оптике в живом организме. Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их компенсация. Лупа. Устройство микроскопа. Лупа. Устройство микроскопа. Тепловое излучение и источники теплового излучения. Введение понятия теплового излучения и его видов. Люминисценции в живой природе. ИК и УФ, рентгеновое излучения и их применение в медицине. ИК, УФ и рентгеновское излучения в мире животных. Элементы квантовой оптики. Лазеры и их применение в медицине. Радиоактивность. Действие ионизирующего излучения на организмы. Детекторы ионизирующего излучения. Количественная оценка биологического действия излучения. Ядерный магнитный резонанс. Магнито-резонансная томография. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине

Холодное свечение в природе – биолюминесценция. Интерференция в живой природе.. Роль электромагнитных полей в жизни живой природы. М

Материалистическая диалектика и физика живой природы. (2ч).

Материальность окружающего мира, всеобщность законов природы. Познаваемость природы. Биология и технический прогресс. Рассмотрение основ материалистической диалектики и физики живой природы.

III. Тематическое планирование

10 класс, 34 часа

Количество часов	Наименование раздела, темы.
1ч	Введение в биофизику
	Формирование знаний о значении для человека биологии, биофизики, физики, медицины.
10ч	Элементы биофизики при изучении механики.
	Введение в антропометрию и ее базирование на физике. Практикум. «Определение параметров тела человека с помощью приборов» Некоторые вопросы биомеханики. Механические свойства живых тканей и органов. Механические явления, происходящие с организмом человека и его органами. Эргометрия. Силы в природе. Основные законы механики Силы трения в организмах животных. Полёт в мире живой природы. Реактивное движение в живой природе. Некоторые особенности поведения человека при перегрузках в невесомости. Вестибулярный аппарат как инерциальная система ориентации Механические свойства твердых тел и биологических тканей Простые механизмы в живой природе
9ч	Элементы биофизики при изучении теплоты и молекулярных явлений
	Введение понятий об основных положениях МКТ и их проявлениях в организме человека. Опытные обоснования основных положений МКТ в живой природе. Смачивание и капиллярные явления. Термодинамика. Термометрия и калориметрия. Температура. Рассмотрение вопросов о приспособление животных к различным температурам. Практикум «Измерение температуры тела человека различными термометрами и методами Физические свойства нагретых и холодных сред, используемых для лечения. Использование низких температур в медицине. Испарение в жизни растений. Влажность воздуха и ее влияние на живые организмы.
11ч	Элементы биофизики при изучении электричества
	Введение в электродинамику. Электрический заряд. Электризация. Электрическое поле. Физические основы электрокардиографии. Электрическое поле у животных. Электрические явления в нервной системе животных. Электрические явления в растениях. Физические процессы в тканях при воздействии током и э/м полями. Первичное действие постоянного тока на ткани организма». Регистрация биопотенциалов. Электротерапия Гальванизация. Электрофорез.
3ч	Защита проектов и реферативных работ

11 класс, 34 часа

Количество часов	Наименование раздела, темы.
10ч	Элементы биофизики при изучении электромагнетизма
	Формирование понятий о магнитном поле и использование магнитов в медицине. Воздействие на организм переменными (импульсными) токами. Воздействие на организм переменным магнитным полем. Воздействие на организм переменным электрическим полем. Воздействие на организм электромагнитными волнами. Электричество и магнетизм в бионике.

	Медицинская электроника. Основные группы медицинских электронных приборов Защита реферативных работ.
10ч	Элементы биофизики при изучении колебаний и звука
	Введение в акустику. Природа звука и его физические характеристики. Слуховой аппарат человека Характеристика слухового ощущения. Физические основы звуковых методов исследования Волновое сопротивление. Отражение звуковых волн. Эхо в мире живой природы. Ультразвук и его применение в медицине Ультразвук и его применение в медицине Шум. Защита рефератов.
12ч	Элементы биофизике при изучении оптики и строения атома
	Формирование понятий о природе света. Основы оптике в живом организме. Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их компенсация. Лупа. Устройство микроскопа. Лупа. Устройство микроскопа. Тепловое излучение и источники теплового излучения. Введение понятия теплового излучения и его видов. Люминисценции в живой природе. ИК иУФ, рентгеновское излучения и их применение в медицине. ИК, УФ и рентгеновское излучения в мире животных. Элементы квантовой оптики. Лазеры и их применение в медицине. Радиоактивность. Действие ионизирующего излучения на организмы. Детекторы ионизирующего излучения.Количественная оценка биологического действия излучения. Ядерный магнитный резонанс. Магнито-резонансная томография. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине Защита реферативных работ
2ч	Материалистическая диалектика и физика живой природы
	Рассмотрение основ материалистической диалектики и физики живой природы.

Учебно-методическое обеспечение

1. Естествознание. 10 класс. Учебник. Базовый уровень (автор О. С. Gabrielyan, И.Г.Остроумов, Н.С.Пурышева, С.А.Сладков, В.И.Сивоглазов). – М.: Дрофа .
 2. Естествознание. 10 класс. Методическое пособие (авторы О. С. Gabrielyan, С.А.Сладков).
 3. Естествознание. 11 класс. Учебник. Базовый уровень (автор О. С. Gabrielyan, И.Г.Остроумов, Н.С.Пурышева, С.А.Сладков, В.И.Сивоглазов). – М.: Дрофа
 - 4.Учебник Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский «Физика 10 класс: учебник для общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни». М.: «Просвещение»,
 - 5.Учебник Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин «Физика 11 класс: учебник для общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни». М.: «Просвещение»,
- Портреты ученых-естествоиспытателей, видеофрагменты по истории возникновения и развития физики, химии и биологии

Учебно-практическое и учебно-лабораторное оборудование

Раздаточный материал для практических и лабораторных работ, учебно-лабораторное оборудование

Медиаресурсы

Электронное приложение к учебнику «Физика». Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин
Литература:

- Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики.
Акимовкин И. Занимательная биология.
Ильченко В.Р. Перекрестки физики, химии и биологии.
Перельман Я.И. Занимательная физика. 1 – 2 книга.
Прокофьев О.Н. Удивительное рядом.
Кац Ц.Б. Решение задач по физике живой природы.