

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии  
Высшая школа биологии



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Физико-химические методы в биологии

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология  
Профиль подготовки: Биология  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Воробьев В.Н. (кафедра ботаники и физиологии растений, Центр биологии и педагогического образования), VNVorobev@krfu.ru ; заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Тимофеева О.А. (кафедра ботаники и физиологии растений, Центр биологии и педагогического образования), Olga.Timofeeva@krfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Основные физико-химические и микроскопические методы в биологии. Принципы физико-химических методов биологии и подходы к исследованию биологических объектов. Правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов. Основные закономерности химии и физики, применимые к изучаемым методам исследования биологических объектов. Основные правила техники безопасности для работы с приборами.

Должен уметь:

Выполнять лабораторные работы для исследования биологических объектов. Ориентироваться в современной научной литературе. Применять современные физико-химические методы в соответствии с поставленными задачами. Анализировать полученные результаты. Пользоваться современным оборудованием и приборами для выполнения лабораторных работ.

Должен владеть:

Навыками работы с лабораторным оборудованием и реактивами. Методологическими подходами для анализа биологических объектов. Профессиональными навыками, необходимыми для дальнейшего выполнения курсовых и дипломных работ.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Самостоятельно планировать экспериментальную работу. Подбирать необходимые методы исследования в зависимости от поставленной задачи. Выполнять освоенные в рамках изучения дисциплины экспериментальные методы анализа биологических объектов.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (Биология)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 26 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

| N   | Разделы дисциплины / модуля   | Се-местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                    |                              |                           |                             |                           | Само-стоя-тель-ная ра-бота |
|-----|---|----------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
|     |   |          | Лекции, всего  | Лекции в эл. форме | Практи-ческие занятия, всего | Практи-ческие в эл. форме | Лабора-торные работы, всего | Лабора-торные в эл. форме |                            |
| N   | Разделы дисциплины / модуля   | Се-местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                    |                              |                           |                             |                           | Само-стоя-тель-ная ра-бота |
|     |   |          | Лекции, всего  | Лекции в эл. форме | Практи-ческие занятия, всего | Практи-ческие в эл. форме | Лабора-торные работы, всего | Лабора-торные в эл. форме |                            |
| 1.  | Тема 1. Физико-химические методы в изучении физиологических процессов   | 5        | 2  | 0                  | 0                            | 0                         | 6                           | 0                         | 4                          |
| 4.2 | Тема 2. Спектральные методы анализа (модуль)  | 5        | 4  | 0                  | 0                            | 0                         | 10                          | 0                         | 16                         |
|     | Тема 3. Электрохимические методы анализа физиологических процессов  |          |  |                    |                              | 0                         | 10                          | 0                         | 16                         |
|     | Физико-химические методы анализа (инструментальные методы) и исследования ? это условное название большого числа методов количественного и качественного определения веществ, которые предполагают применение довольно сложных, измерительных приборов. |          |  |                    |                              |                           |                             |                           | 36                         |

В основе физико-химических методов лежат законы физики и физической химии, а аппаратное оформление основано на применении современных достижений оптики и электроники. Наибольшее практическое значение среди физико-химических методов имеют следующие:

- 1) спектральные и другие оптические методы;
- 2) электрохимические методы;
- 3) хроматографические методы анализа.

Группа спектральных и других оптических методов анализа - включает методы эмиссионной атомной спектроскопии, атомно-абсорбционной спектроскопии, электронной и инфракрасной спектроскопии, спектрофотометрии и другие методы, основанные на измерении различных эффектов при взаимодействии вещества с электромагнитным излучением. Группа электрохимических методов анализа, основана на измерении электрической проводимости, потенциалов и других свойств, включает методы кондуктометрии, потенциометрии, вольтамперметрии. В группу хроматографических методов входят методы газовой и газожидкостной хроматографии, жидкостной распределительной, тонкослойной, ионообменной и других видов хроматографии.

## Тема 2. Спектральные методы анализа

Спектральные методы анализа основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом.

Логично выделить два случая такого взаимодействия:

- 1 - излучение направляется на вещество и частично им поглощается - абсорбционная спектроскопия;
- 2 - область спектрального анализа собственного излучения вещества, приведенного в возбужденное состояние каким-либо посторонним источником энергии - эмиссионная спектроскопия.

В биологии и органической химии для исследования строения молекул чаще всего используются следующие области, различающиеся энергией квантов:

- наибольшая энергия требуется для возбуждения электронов; эта энергия соответствует излучению в ультрафиолетовой и видимой области (электронная спектроскопия);
- меньшие затраты энергии необходимы для изменения колебательных уровней молекулы, связанных с изменением длин связей и углов в инфракрасной области (колебательная спектроскопия)
- еще меньшая энергия необходима для переориентации спинов ядер, которая может вызываться квантами радиочастотного излучения (спектроскопия ядерного магнитного резонанса).

Атом, ион или молекула, поглощая квант света, переходит в более высокое энергетическое состояние с основного, невозбужденного уровня на один из более высоких, чаще всего на первый возбужденный уровень.

В основе исследования оптических свойств растворов лежит ослабление монохроматического светового луча, которое происходит по трем причинам:

- 1- рассеяние света мутной средой;
- 2- часть падающего излучения может отражаться поверхностью образца;
- 3- поглощение веществом.

Закон Бугера?Ламберта утверждает, что одинаковые слои одного и того же вещества поглощают свет в одинаковой степени независимо от интенсивности падающего потока:

$I = I_0 \cdot 10^{-k \cdot l}$ ,

где  $l$  – слой раствора,  $k$  – коэффициент поглощения, который зависит от оптических свойств вещества,  $I$  – выходящий световой поток,  $I_0$  – мономатический световой поток.

Энергия квантов инфракрасного излучения значительно ниже интервалов между электронными энергетическими уровнями, поэтому состояние электронной оболочки при поглощении инфракрасных лучей не изменяется. В поглощении инфракрасных излучений веществом принимает участие система колебательных энергетических уровней молекулы, расстояние между которыми соответствует энергии квантов инфракрасных лучей.

Колебательные спектры обусловлены в первую очередь смещениями ядер атомов, вследствие этого по ИК-спектрам можно устанавливать структуру молекул.

Колебания молекул проявляются в спектрах поглощения в инфракрасной области. Основными типами колебаний являются валентные и деформационные.

Валентными колебаниями называются колебания ядер атомов вдоль линии связи, они обозначаются буквой  $\nu$  ( $\nu_{C=C}$ ,  $\nu_{C=O}$ ). Приближенной механической моделью валентных колебаний может служить система из двух шаров, связанных жесткой пружиной

Эмиссионный спектральный анализ является одним из самых распространенных методов исследования как массового состава активных частиц, так и гетерогенных плазменных процессов. В основе метода лежит регистрация собственного излучения возбужденных частиц плазмы и установление корреляций между интенсивностью излучения, концентрациями активных частиц и гетерогенных процессов с их участием.

Испускание атомами световой энергии происходит за счет изменения внутренней энергии, обусловленной взаимным расположением ядра атома и окружением его электронов. Законы атомной динамики таковы, что атомы могут находиться только в определенных энергетических состояниях, т.е. обладать только определенными запасами внутренней энергии  $E_0$ ,  $E_1$ ,  $E_2$  и т.д. В нормальном состоянии атомы обладают минимальной энергией  $E_0$ . Для того, чтобы получить излучение атомов, последние необходимо возбудить, сообщив им энергию, переводящую атом в одно из состояний с более высоким уровнем энергии.

### Тема 3. Электрохимические методы анализа

Электрохимические методы анализа основаны на использовании

электрохимических процессов, происходящих в электролитической ячейке (гальваническом элементе, цепи). Электролитическая ячейка

представляет собой электрохимическую систему, состоящую из электродов и электролитов, контактирующих между собой. На границе раздела фаз может происходить электродная реакция между компонентами

этих фаз, в результате которой электрический заряд переходит из одной фазы в другую, и на межфазной границе устанавливается потенциал. В

состав электролитической ячейки входят два или три электрода, один из которых - индикаторный или рабочий, второй - электрод сравнения и третий - вспомогательный. Электрод, действующий как датчик, реагируя

на фактор возбуждения и на состав раствора (не оказывая влияния на состав раствора за время измерения), является индикаторным. Электрод

сравнения служит для создания измерительной цепи и поддержания постоянного значения потенциала индикаторного (рабочего) электрода.

Используемый в трехэлектродной ячейке вспомогательный электрод (противоэлектрод) вместе с рабочим электродом включен в цепь, через

которую проходит электрический ток. В состав электролитической ячейки могут входить два идентичных электрода, выполняющих одинаковую функцию.

Электрохимические методы анализа основаны на использовании зависимости электрических параметров от концентрации, природы и

структуры вещества, участвующего в электродной (электрохимической)

реакции или электрохимическом процессе переноса зарядов между электродами. Согласно рекомендациям ИЮПАК электрохимические методы

анализа можно классифицировать следующим образом: 1) методы без

протекания электродной реакции, в которых строение двойного электрического слоя в расчет не принимается (кондуктометрия); 2) методы,

основанные на электродных реакциях в отсутствие тока (потенциометрия) или под током (вольтамперометрия, кулонометрия, электрогравиметрия)

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

National Center for Biotechnology Information - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Практическая молекулярная биология - <http://molbiol.edu.ru/>

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4765.html>

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Казин В.Н., Урванцева Г.А. Физико-химические методы исследования в экологии и биологии: Учебное пособие / Ярослав. гос. ун-т. Ярославль, 2002. 172 с. - <http://lib.yar.ru/yarcln/edoc/yarsu/pdf/187500.pdf>

Короткова Е.И. Физико-химические методы исследования и анализа: учебное пособие / Е.И. Короткова, Т.М. Гиндулина, Н.М. Дубова, О.А. Воронова; Томский политехнический университет. - Томск:Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 168 с. - <https://studfiles.net/preview/6160190/>

Научная сеть - <http://nature.web.ru/>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>

Портал ресурсов по биотехнологии - <http://www.expasy.org/>

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| лекции                 | <p>Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.</p> <p>При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.</p>   |
| лабораторные работы    | <p>Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;</li> <li>- полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования;</li> <li>- при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам);</li> <li>- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.</li> </ul> |
| самостоятельная работа | <p>При выполнении самостоятельной работы по написанию реферата студенту необходимо: прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на Интернет-сайтах; творчески переработать изученный материал и представить его для отчета в форме реферата, проиллюстрировав схемами, диаграммами, фотографиями и рисунками.</p>  |
| зачет                  | <p>Методические рекомендации по подготовке к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка к зачету заключается в изучении и тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учётом учебников, лекционных и семинарских занятий, сгруппированном в виде контрольных вопросов.</li> <li>2. Зачет по курсу проводится в виде тестирования или по билетам. В случае проведения итогового тестирования ведущему преподавателю предоставляется право воспользоваться примерными тестовыми заданиями или составить новые тестовые задания в полном соответствии с материалом учебной дисциплины.</li> </ol>   |

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки "Биология".



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

по утвержденному списку НБ:

Кузнецов В.В., Физиология растений : учебник / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М. : Абрис, 2012. - 783 с. - ISBN 978-5-4372-0046-9 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200469.html> (дата обращения: 02.10.2020). - Режим доступа : по подписке.

#### Дополнительная литература:

по утвержденному списку НБ:

1. Третьяков Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учебник - Москва: КолосС, 2013 - 656с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953201850.html> (дата обращения: 20.02.2021). - Режим доступа: по подписке.

2. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа : практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2020. - 220 с. - ISBN 978-5-394-03534-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1092950> (дата обращения: 24.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Физико-химические методы анализа: лабораторный практикум/ЛупенкоГ.К., АпарневА.И., АлександроваТ.П. и др. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 87 с.: ISBN 978-5-7782-1543-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546598> (дата обращения: 24.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.