

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

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Сигнальные системы клеток про- и эукариот

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **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. Зеленихин П.В. (кафедра микробиологии, Центр биологии и педагогического образования), Pavel.Zelenikhin@kpfu.ru

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы функционирования сигнальных систем клеток;
- основные этапы трансмембранный передачи сигнала;
- особенности нарушений сигнальных систем, приводящих к развитию патологий;

Должен уметь:

- работать с источниками литературы в области клеточной сигнализации;

Должен владеть:

- навыками представления самостоятельно подготовленного материала в виде доклада;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные в ходе освоения дисциплины знания в научно-практической деятельности;
- популяризовать научные знания в области клеточной сигнализации среди населения.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.Н.01 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Молекулярная и прикладная микробиология)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 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 1 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 занятия- в эл. форме	Лабора- торные работы- всего	Лабора- торные работы- в эл. форме		
1.	Тема 1. Понятие о трансдукции сигналов в									

клетках. История науки о сигнальных системах клеток.

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
2.	Тема 2. Принципиальная схема организации сигнальных систем клеток. Первичные мессенджеры. Рецепторы.	1	2	0	2	0	0	0		
3.	Тема 3. G-белки.	1	2	0	4	0	0	0		
4.	Тема 4. Системы усиления сигнала в клетке.	1	4	0	4	0	0	0		
5.	Тема 5. Протеинкиназы как основные эффекторные молекулы.	1	4	0	4	0	0	0		
6.	Тема 6. Нарушение функционирования сигнальных систем при онкогенезе и других патологиях	1	4	0	4	0	0	0	36	
	Итого		18	0	18	0	0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Понятие о трансдукции сигналов в клетках. История науки о сигнальных системах клеток.

Возникновение науки о сигнальной трансдукции. Основные открытия, послужившие началом развития направления. Открытие Сазерлендом цАМФ, как отправная точка развития новой дисциплины. Современное значение науки о сигнальных системах клетки в разработке новых терапевтических препаратов для борьбы с заболеваниями.

##### Тема 2. Принципиальная схема организации сигнальных систем клеток. Первичные мессенджеры. Рецепторы.

Внеклеточные сигналы, первичные мессенджеры, запускающие процессы внутриклеточной сигнализации. Нейротрансмиттерных многообразие и функции. 2. Молекулярные механизмы действия наркотических веществ.

Структурно-функциональная организация мембранных рецепторов. Основные типы рецепторов: 1) рецепторы, сопряженные с G-белками; 2) рецепторы - ионные каналы; 3) рецепторы, ассоциированные с ферментативной активностью, 4) рецепторы, осуществляющие транспорт лиганда внутрь клетки, 5) рецепторы, осуществляющие связь белков внеклеточного матрикса с микрофиламентами цитоскелета клеток.

3. Нарушение функций мембранных рецепторов как основа развития некоторых наследственных заболеваний

##### Тема 3. G-белки.

Структура G-белков. Связь G-белков с мембраной. Эффекторные молекулы - мишени G-белков.. Аденилатциклаза, фосфолипаза С, фосфолипаза А2, cGMP-специфическая фосфодиэстераза фоторецепторов, ионные каналы. Роль и участие G-белков в процессе эндоцитоза. 2. Малые G-белки: ras, rac, rab, ran, их роль в реализации жизненных функций клетки. 3. Терапия заболеваний связанная с модуляцией активности систем усиления сигнала.

##### Тема 4. Системы усиления сигнала в клетке.

Системы усиления сигнала в клетке. Аденилатциклазный путь передачи информации. Структура и регуляция аденилатциклазы, протеинкиназы А. Гуанилатциклазная система. Структуры и свойства гуанилатциклаз и протеинкиназ G. Фосфоинозитидный путь передачи сигнала. Фосфолипаза С. Схемы изменения метаболизма фосфоинозитидов при действии стимула, увеличение цитозольного  $Ca^{2+}$  с участием IP3- и рианодинового рецепторов.

Ионы кальция как вторичные посредники. Механизмы Ca-сигнализации в клетках. Характеристики и регуляция кальциевых каналов.

NO как сигнальная молекула. Общебиологическая роль молекулы оксида азота, ее участие в метаболизме в качестве мессенджера. NO-синтаза как основной источник оксида азота в клетках эукариот, ее формы.

Газообразные вторичные посредники: CO и H2S. Биологическая роль и особенности систем функционирования.

Яды - нарушители нормального функционирования систем передачи сигналов.

##### Тема 5. Протеинкиназы как основные эффекторные молекулы.

Протеинкиназы как основные эффекторные молекулы. Фосфорилирование/дефосфорилирование как эффективный способ управления изменениями конформации белковых молекул. Строение протеинкиназ и их классификация. Участие протеинкиназ в передаче и усилении гормонального сигнала. Координация протеинкиназ и фосфатаз в клетке

#### **Тема 6. Нарушение функционирования сигнальных систем при онкогенезе и других патологиях**

Особенности функционирования сигнальных систем при злокачественном перерождении клетки. Онкогены и опухолевые супрессоры и их продукты - участники сигнальных каскадов внутри клетки.

Нарушение функций протеинкиназ как фактор озлокачествления клеток. Рецепторные и нерецепторные протеинкиназы - участники процессов малигнизации.

#### **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 №14-55-996ин/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

#### **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)**

Cellular Signalling - <https://www.journals.elsevier.com/cellular-signalling/>

Nature Journal - <https://www.nature.com>

Внутриклеточная сигнализация -

[http://www.newlibrary.ru/book/zinchenko\\_v\\_p\\_\\_\\_\\_\\_dolgacheva\\_l\\_p\\_/vnutrikletchnaja\\_signalizacija.html](http://www.newlibrary.ru/book/zinchenko_v_p_____dolgacheva_l_p_/vnutrikletchnaja_signalizacija.html)

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

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Лекция является одним из основных видов аудиторной работы обучающегося. В ходе лекций преподаватель излагает основные, наиболее сложные понятия и темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Перед началом курса обучающему следует ознакомиться с рабочей программой и планом лекций. Обучаемый в ходе лекционного курса должен помнить, что каждая из этих лекций представляет комплекс теоретических материалов, включающих краткое описание проблематики курса и не является исчерпывающим описанием содержания дисциплины. Обучаемые кратко конспектируют лекции и используют эти конспекты для дальнейшей более расширенной самостоятельной работы с рекомендуемой литературой и другими источниками информации. После каждой лекции обучающему следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом: - Понять и запомнить все новые определения. - Понять все биологические определения и лежащие в их основе биологические явления; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект. - Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются). - Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать. - При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.
практические занятия	Практические занятия как и лекционные являются основным видом аудиторной работы обучающегося. Цель практических занятий - помочь обучающимся закрепить и углубить знания теоретического материала. Помимо закрепления изученного материала, обучающиеся развиваются умения и навыки в работе с материалами, представленными в источниках.
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы обучающиеся проводят проработку теоретических материалов полученных на аудиторных занятиях. Студентам рекомендуется после завершения занятий в этот же день просматривать и анализировать текст лекций и записи с практических занятий. Некоторые темы, а также неясные вопросы требуют дополнительного самостоятельного творческого поиска. В некоторых случаях неясные вопросы следует фиксировать, чтобы получить консультацию у преподавателя. При подготовке к следующей лекции повторять предыдущую с учетом знаний и навыков, полученных в ходе практических занятий. Следует регулярно повторять основные понятия и термины по заданной теме для эффективной подготовки к зачету

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	Зачет представляет собой проверку полученных в ходе курса знаний. Подготовка обучающегося к зачету включает самостоятельную работу в течение семестра и непосредственную подготовку в дни предшествующие зачету. Подготовку целесообразно начать с планирования и подбора источников литературы. Прежде всего следует внимательно изучить программу дисциплины и представленные в ней примерные вопросы. Следует выделить наиболее непонятые и наименее знакомые пункты и уделить им особое внимание. При подготовке к зачету необходимо осуществить повторение всего материала по курсу. На эту работу необходимо выделить наибольшую часть времени. Следующей стадией является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устном освещении разных частей материала программы. Для усвоения информации помимо вербального механизма целесообразно действовать и моторные ресурсы памяти, когда обучающиеся в письменном виде по памяти пытаются воспроизвести основные концепции курса в графическом виде. Обучающийся должен демонстрировать понимание взаимосвязи основных понятий дисциплины, продемонстрировать способности к анализу при использовании учебных материалов.

## **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.

## **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 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Молекулярная и прикладная микробиология".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*ФТД.Н.01 Сигнальные системы клеток про- и эукариот*

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Ткачук, В. А. Клиническая биохимия : учебное пособие / Под ред. В. А. Ткачука - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 264 с. - ISBN 978-5-9704-0733-2. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970407332.html> (дата обращения: 09.08.2024). - Режим доступа : по подписке.;
2. Зверев, В. В. Микробиология : учеб. для студентов учреждений высш. проф. образования, обучающихся по специальности 060301. 65 'Фармация' / под ред. В. В. Зверева, М. Н. Бойченко - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 608 с. - ISBN 978-5-9704-2798-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427989.html> (дата обращения: 09.08.2024). - Режим доступа : по подписке.;
3. Куранова, Н. Г. Микробиология. Часть 2. Метаболизм прокариот / Куранова Н. Г. - Москва : Прометей, 2017. - 100 с. - ISBN 978-5-906879-11-0. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906879110.html> (дата обращения: 09.08.2024). - Режим доступа : по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Куранова, Н. Г. Микробиология. Часть 1. Прокариотическая клетка : учебное пособие / Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе. - Москва : Прометей, 2013. - 108 с. - ISBN 978-5-7042-2459-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224594.html> (дата обращения: 09.08.2024). - Режим доступа : по подписке;
2. Поздеев, О. К. Медицинская микробиология : учебное пособие / Поздеев О. К. Под ред. В. И. Покровского - 4-е изд. , испр. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-1530-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970415306.html> (дата обращения: 09.08.2024). - Режим доступа : по подписке;
3. Поздеев, О. К. Микроорганизмы и их переносчики в эволюции человека : учебное пособие / Поздеев О. К. , Исламов Р. Р. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 402 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/06-COS-2412.html> (дата обращения: 09.08.2024). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*ФТД.Н.01 Сигнальные системы клеток про- и эукариот*

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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 "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.