

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

### Системная биология

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика и генетические технологии

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): старший научный сотрудник, к.н. Козлова О.С. (НИЛ Регуляторная геномика, Научный центр Регуляторная геномика), olga-sphinx@yandex.ru

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

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

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
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:

- об актуальных проблемах, основных фундаментальных открытиях в области генетики и генетических технологий;
- инновационные направления развития в области генетики и генетических технологий;
- тенденции развития фундаментальных научных исследований и практических разработок в области генетики и генетических технологий

Должен уметь:

- использовать методологические разработки в области биологических и смежных наук;
- решать нестандартные задачи, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку;
- применять современные методологические подходы для решения научных задач в области генетики и генетических технологий

Должен владеть:

- навыками комплексного методологического подхода для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере генетики и генетических технологий;
- навыками формулирования инновационных предложений для решения нестандартных задач в области генетики и генетических технологий;
- современными методами исследования в области генетики и генетических технологий

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.N.02 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Генетика и генетические технологии)" 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в системную биологию	1	4	0	4	0	0	0	6
2.	Тема 2. Этапы становления системной биологии	1	2	0	2	0	0	0	4
3.	Тема 3. Свойства биологических систем и основные задачи их всестороннего исследования	1	2	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Модели в биологии	1	2	0	2	0	0	0	4
5.	Тема 5. Интерактомика - важнейший компонент системной биологии	1	2	0	2	0	0	0	4
6.	Тема 6. Методы определения белок-белковых взаимодействий	1	2	0	2	0	0	0	4
7.	Тема 7. Генетические взаимодействия	1	2	0	2	0	0	0	4
8.	Тема 8. Вклад системной биологии в развитие молекулярной медицины	1	2	0	2	0	0	0	6
	Итого		18	0	18	0	0	0	36

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение в системную биологию

Понятие "системная биология", различные его трактовки и содержание, место среди других приложений к биологии, математики, информационных технологий и компьютерной техники. Биоинформатика, компьютерная геномика, компьютерная биология, математическая биология. Моделирование систем - основной подход системной биологии.

##### Тема 2. Этапы становления системной биологии

Системный анализ. Развитие новых технологий. Биоинформатика. Геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика. Анализ сложных систем с большими массивами данных. Определение системы, классификация систем: линейные-нелинейные, живые-неживые. Системный подход в биологии, биологические системы, их особенности.

##### Тема 3. Свойства биологических систем и основные задачи их всестороннего исследования

Корпускулярные и жесткие системы, уровни организации. Два основных свойства биологических систем: обмен веществ и самовоспроизведение с изменением. Признаки биологических систем: особенности химического состава, высокая степень упорядоченности и иерархия, открытость, саморегуляция, рост и развитие, целостность и дискретность.

##### Тема 4. Модели в биологии

Модели вообще и в биологии в частности. Возможности моделей. Виды моделей. Цели моделирования. Описание экспериментальных данных математическими функциями. Математические (логико-математические) модели на основе данных эксперимента и умозрительные. Значение моделей компьютерного моделирования для различных областей биологии.

##### Тема 5. Интерактомика - важнейший компонент системной биологии

Интерактомика, изучении динамики взаимодействия молекул на уровне клеток. Топологические характеристики сети. Теория графов. Кластеризация, построение сетей. Определение корреляций между молекулами на основе анализа больших наборов полногеномных и протеомных данных. Сравнение сетей взаимодействий (интерактомов) у различных видов.

##### Тема 6. Методы определения белок-белковых взаимодействий

Методы молекулярной биологии: РСА, двух гибридная дрожжевая система, тандемная аффинная очистка, масс-спектрометрия. Типы белок-белковых взаимодействий. Трёхмерная структура белковых комплексов. Биологические эффекты белок-белковых взаимодействий. Базы данных белок-белковых взаимодействий. Сети белок-белковых взаимодействий.

##### Тема 7. Генетические взаимодействия

Аддитивная и мультипликативная модели. Сети взаимодействий в дрожжах. Консервативность генетических взаимодействий. Топология генных сетей. Изучение сетей генетических взаимодействий для установления связи между генотипом и фенотипом. Свойства сетей генетических взаимодействий. Узлы сетей генетических взаимодействий.

## **Тема 8. Вклад системной биологии в развитие молекулярной медицины**

Построение глобальных сетей генетических взаимодействий. Идентификация биомаркеров заболевания на основе изучения и моделирования биохимических путей и путей передачи сигнала. Идентификация генов, изменения в которых приводят к заболеваниям. Базы данных клеточных линий. Базы данных опухолевых образцов.

## **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

## **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)

R Network - <http://cran.r-project.org/>

База данных cbiportal - <https://www.cbiportal.org/>

Журнал Biostatistics - <http://biostatistics.oxfordjournals.org/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий полезно вести конспектирование учебного материала. Примите к сведению следующие рекомендации: Обращайте внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	С самого начала изучения курса следует регулярно работать с компьютерной средой автоматизированного анализа данных (R, Rstudio). Изучение курса предполагает использование учебных пособий (в том числе электронных), рабочих тетрадей по курсу, базовых рекомендованных учебников (в том числе электронных), а также обзоров, доступных в интернет ресурсах, рекомендованных преподавателем.
самостоятельная работа	При подготовке каждый студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы.
зачет	Требования к презентации, на основании которых происходит оценивание: структура (количество слайдов соответствует содержанию и продолжительности выступления (для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 8 слайдов; наличие титульного слайда и слайда с выводами); наглядность (иллюстрации хорошего качества, с четким изображением, текст легко читается); содержание (презентация отражает основные этапы исследования (проблема, цель, гипотеза, ход работы, выводы, ресурсы; содержит полную, понятную информацию по теме работы; орфографическая и пунктуационная грамотность); защита презентации проводится перед преподавателем. Требования к выступлению: выступающий свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал; выступающий свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории; выступающий точно укладывается в рамки регламента (7-10 минут).

#### 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 "Генетика и генетические технологии".

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика и генетические технологии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

#### Основная литература:

1. Кокорин, В. Н. Цифровые двойники биосистемы человека как механизм искусственного интеллекта в здравоохранении : монография / В. Н. Кокорин. - Ульяновск : УлГТУ, 2023. - 91 с. - ISBN 978-5-9795-2284-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/416240> (дата обращения: 30.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Леонова, Г. Г. Биология : учебное пособие для СПО / Г. Г. Леонова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 172 с. - ISBN 978-5-507-52846-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/460736> (дата обращения: 30.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Экологическая безопасность в техносферном пространстве. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов (20 мая 2022 г.) : материалы конференции / составители С. В. Анахов [и др.]. - Екатеринбург : РГППУ, 2022. - 354 с. - ISBN 978-5-9907908-1-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/332756> (дата обращения: 30.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Биологические системы (краткий экскурс). Наноструктуры : учебно-методическое пособие / А. Г. Колосько, А. В. Поздняков, А. А. Разинова, Л. М. Макаров. - Санкт-Петербург : СПбГПМУ, 2020. - 36 с. - ISBN 978-5-907321-74-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/174530> (дата обращения: 30.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ондар, С. О. Биологические системы в геологическом времени (введение в эволюционную биологию) : учебник / С. О. Ондар ; под редакцией С. С. Курбатской. - Кызыл : ТувГУ, 2020. - 263 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/175172> (дата обращения: 30.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бабаева, М. А. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / М. А. Бабаева. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 436 с. - ISBN 978-5-507-50693-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/457241> (дата обращения: 30.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.



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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика и генетические технологии

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 "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.