

Приложение 1

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ИОГен РАН  
от «04» сентября 2026  
№ 56

**Дополнительная профессиональная программа повышения  
квалификации**

**«Актуальные проблемы современной генетики»**

**1. Общая характеристика и аннотация программы**

№	Название параметра паспорта	Поля для заполнения
1	Основная специальность	06.04.01 - Биология
2	Дополнительные специальности	Нет
3	Трудоемкость	72 академических часа
4	Год разработки	2026
5	Форма обучения	Заочная (онлайн) удаленный с использованием информационно-коммуникационных технологий
6	Основы обучения	Договорная
7	Требования к уровню и профилю предшествующего профессионального образования обучающихся	Высшее профессиональное образование по направлениям подготовки «Биология»
8	Вид выдаваемого документа после завершения обучения	Удостоверение установленного образца о повышении квалификации по программе «Актуальные проблемы современной генетики»
9	Аннотация	В курсе лекций, посвященном актуальным проблемам современной генетики, будет дано представление о геноме как динамической системе, для которой характерно, с одной стороны, стабильное воспроизведение и, с другой стороны, способность к изменчивости, лежащая в основе эволюции. Будут рассмотрены вопросы эпигенетической регуляции активности генов в различных клетках и тканях, позволяющей получить многообразие фенотипов на основании одного и того же исходного генотипа. Будут рассмотрены примеры использования фундаментальных генетических знаний

		<p>в прикладных вопросах (сохранение здоровья человека, биотехнология и охрана окружающей среды) и открывающиеся в этой связи перспективы.</p> <p>Актуальность.</p> <p>Предлагаемый курс позволит расширить и систематизировать знания в области генетики и молекулярной биологии широкому кругу специалистов. Преподавателям вузов (в т.ч. биологических и медицинских факультетов) программа даст возможность ознакомления со структурированным материалом высокого уровня, который может быть интегрирован в лекции по генетике, биохимии, молекулярной биологии. Для исследователей, работающих в областях молекулярной биологии, генетики, биотехнологии и биоинженерии, курс представляет возможность систематизировать знания и узнать о новых трендах в современной генетике. Для учителей школ с углубленным изучением биологии, гимназий, лицеев курс будет отличным подспорьем в ведении кружков, подготовке учащихся к олимпиадам высокого уровня. Для практикующих специалистов в области медицины и диагностики курс лекций может предоставить более глубокое понимание молекулярных механизмов развития различных болезней, в том числе онкологических заболеваний, амилоидозов и синдромов, ассоциированных с нарушением эпигенетической регуляции экспрессии генов.</p> <p>Программа состоит из 7 модулей, охватывающих основные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Мутагенез и канцерогенез: современные представления</li><li>2. Проблемы генетической безопасности.</li><li>3. Современные представление о роли мобильных элементов в эволюции.</li><li>4. Один генотип – множество фенотипов. Основные механизмы эпигенетической регуляции работы генов</li></ol>
--	--	---

		<p>5. Нейродегенеративные заболевания и социально значимые амилоидозы – перспективы терапии</p> <p>6. Дрожжи как уникальный объект фундаментальных генетических исследований и биотехнологии</p> <p>7. Особенности геномов растений</p> <p>Итоговая аттестация обучающихся по результатам освоения Программы проводится в форме зачета, включающего в себя тестирование, подразумевающее ответы на контрольные вопросы.</p>
10	Планируемые результаты обучения	Результатом обучения по Программе является совершенствование профессиональных компетенций слушателей в рамках имеющейся квалификации по специальности специалист по генетике, медицине, биотехнологии.
11	В программе используются следующие виды учебных занятий:	Лекция
12	Форма аттестации	Аттестация в виде онлайн-теста
13	Получение новой компетенции (да/нет)	Нет
14	Структурные подразделения ИОГен РАН им. Н.И. Вавилова, реализующие программу	Санкт-Петербургский филиал Института общей генетики им. Н.И. Вавилова
15	Предполагаемый период обучения	2026-2027 гг.
16	Основной преподавательский состав	д.б.н. Галкин А.П., к.б.н. Задорский С.П., к.б.н. Степченкова Е.И., к.б.н., н.с. Андреева Е.А., к.б.н., н.с. Рогоза Т.М., к.б.н., м.н.с. Андрейчук Ю.В.
17	Симуляционное обучение:	Нет
18	Стажировка (заполняется при ее наличии):	Нет
19	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение (ДОТ и ЭО):	Лекции и итоговый онлайн-тест в дистанционном формате

## 2. Реализация программы

Программа реализуется Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук»

Форма обучения слушателей программы: заочная (онлайн) удаленный с использованием информационно-коммуникационных технологий.

Трудоемкость программы: 72 часа.

Язык обучения: русский.

### 3. Содержание программы

#### 3.1. Учебный план

№	Наименование разделов/тем программы	Трудоемкость (час.)	Всего контактной работы (час.)	в том числе (час.)			СРС (час.)	Форма аттестации
				ЛК	ПР	ЛБ		
1	Мутагенез и канцерогенез: современные представления	9	9	4	0	0	5	
2	Проблемы генетической безопасности	5	5	2	0	0	3	
3	Современные представления о роли мобильных элементов в эволюции	5	5	2	0	0	3	
4	Один генотип – множество фенотипов. Основные механизмы эпигенетической регуляции работы генов	13	13	6	0	0	7	
5	Нейродегенеративные заболевания и социально значимые амилоидозы – перспективы терапии	10	10	4	0	0	6	
6	Дрожжи как уникальный объект фундаментальных генетических исследований и биотехнологии	14	14	6	0	0	8	
7	Особенности геномов растений	14	14	6	0	0	8	

8	Итоговая аттестация	2	0	0	0	0	2	Онлайн-тест
9	Итого (час.)	72	70	30	0	0	42	

### 3.2. Календарный учебный график

Календарный учебный график формируется непосредственно при реализации программы.

### 4. Рабочая программа разделов

№	Наименование компонентов программы	Содержание учебного материала и формы организации деятельности слушателей	Всего (час.)
1	Мутагенез и канцерогенез: современные представления	<p>Материал данного модуля посвящен анализу достижений в области изучения мутагенеза, с акцентом на роли молекулярных механизмов поддержания стабильности генома в развитии онкологических заболеваний. В лекциях будут рассмотрены различные мутагенные процессы, происходящие в клетке в нормальных условиях, при внешних мутагенных воздействиях, а также биологические последствия мутагенеза. Отдельный раздел будет посвящен обсуждению современных методов и геномики в исследовании онкологических заболеваний.</p> <p>В лекциях будут описаны механизмы формирования мутаций в клетке, причины мутаций и их последствия. Рассматриваются различия между эндогенными факторами мутаций и внешними воздействиями. Описываются способы предотвращения повреждений ДНК и механизмы репарации ДНК. Подробно обсуждаются основные типы мутаций и их генетические последствия. Отдельный блок будет посвящен взаимосвязи мутаций и онкологических заболеваний. Обсуждаются известные мутации, ассоциированные с различными видами рака, а также перспективы персонализированного подхода к диагностике и лечению онкологических заболеваний. В заключении мы обсудим последние достижения в применении методов геномики для диагностики и лечения онкологических заболеваний. Приводятся примеры успешного применения секвенирования нового поколения (NGS) и молекулярных панелей для выявления уникальных характеристик опухолей. Рассматривается концепция персонализированной медицины и терапевтические подходы, основанные на геномных профилях пациентов. Обсуждаются перспективы внедрения новейших инструментов в клиническую практику.</p>	9

2	Проблемы генетической безопасности	<p>Материал данной лекции посвящён обсуждению принципов выявления патогенного воздействия на геном потенциально-опасных веществ (генотоксикантов). Выявление генотоксикантов и снижение их потенциального вреда на здоровье человека – основные задачи генетической токсикологии. С развитием современных методов терапии и расширением знаний о природе становления мутаций возникла потребность в улучшении методов выявления генотоксических агентов.</p> <p>В первой части лекции будут рассмотрены основные принципы проведения генотоксикологических экспертиз, основные методы, сертифицированные для выявления генотоксического действия агентов. Вторая часть лекции будет посвящена модификациям генома, которые не могут быть выявлены классическими методами, применяемыми в генетической токсикологии – вторичные структуры ДНК, эпигенетические модификации хроматина, трёхмерная организация хромосом, первичные предмутационные повреждения ДНК и др.</p> <p>В отдельном разделе будут рассмотрены принципы применения генотерапевтических препаратов, разработанных с использованием технологии редактирования генома CRISPR/Cas9, а также проведена оценка риска их потенциального мутагенного воздействия. В заключительной части лекции будут обсуждены перспективы разработки новых тест-систем для генетической токсикологии, которые учитывают последние достижения в области теории мутагенеза.</p>	5
3	Современные представления о роли мобильных элементов в эволюции	<p>Мобильные элементы генома являются одним из основных источников изменчивости и играют важную роль в регуляции микро и макроэволюционных процессов. Они представляют собой автономно реплицирующиеся последовательности ДНК, которые распознаются специфическими ферментами как структурные единицы и перемещаются по геному, но, в отличие от вирусов, не передаются между клетками или организмами. Мобильные элементы (МЭ) представлены у всех исследованных организмов и занимают примерно 80% генома кукурузы и 40% генома человека.</p> <p>Будет дана краткая классификация мобильных элементов и рассмотрена их роль в эволюции. Будет рассмотрена роль МЭ в регуляции лекарственной устойчивости бактерий, появление и кругосветное распространение Р-элементов в геноме <i>Drosophila melanogaster</i> всего за 15 лет, а также роль МЭ</p>	5

		<p>в изменчивости. Будет показано, как встраивание МЭ привело к потере хвоста у гоминоид, а появление в геноме эндогенного вируса способствовало возникновению плаценты у млекопитающих. Будет рассмотрена регуляция генов организма-хозяина за счёт МЭ и их доместикация, а также экзонизация МЭ и приобретение новых функций. Будут приведены примеры заболеваний, связанных с инсерциями МЭ, и их роль в развитии рака. В заключительной части лекции будет обсуждаться происхождение МЭ и их взаимосвязь с вирусами. Отдельное внимание будет уделено роли МЭ в появлении теломер и линейных хромосом.</p>	
4	<p>Один генотип – множество фенотипов. Основные механизмы эпигенетической регуляции работы генов</p>	<p>Лекции посвящены эпигенетике - интенсивно развивающемуся направлению исследований в генетике и молекулярной биологии, изучающему механизмы изменений активности (экспрессии) генов, которые могут наследоваться, но не связаны с изменением самой последовательности ДНК. Будут рассмотрены основные механизмы эпигенетической регуляции работы генов у разных объектов от прокариот до эукариот, примеры такой регуляции и последствия нарушения такой регуляции. Ключевыми механизмами эпигенетической регуляции работы генов являются: модификация ДНК (азотистых оснований и сахаро-фосфатного остова), посттрансляционные модификации основных (коровых) гистонов и их вариантов, а также гистон-подобных белков у бактерий, регуляция с помощью некодирующих РНК (нкРНК). При этом эпигенетические состояния генов влияют на проявление признаков и могут наследоваться в ряду поколений. В ходе лекций слушатели познакомятся с эпигенетическими механизмами возникновения антибиотикорезистентности у бактерий, «гонки вооружений» между бактериями и бактериофагами, а также использование бактериями системы CRISPR-Cas для регуляции работы собственных генов и генов хозяина, и как, в свою очередь, бактериофаги адаптировали эту систему для собственных нужд. Будут рассмотрены уникальные примеры эпигенетических явлений у одноклеточных эукариот (низших грибов и инфузорий), которые помогли им в борьбе с вирусами и мобильными генетическими элементами. К их числу относятся геномное сканирование у инфузорий, позволяющее им кардинально перестроить генетический материал макронуклеуса и избавляться от всей «некодирующей» ДНК. У <i>Neurospora crassa</i> существует целых три системы, предназначенные</p>	13

		<p>для консервации структуры генома: RIP, MSUD и Quelling (подавление), действующие на разных этапах ее жизненного цикла.</p> <p>Слушатели познакомятся с явлением геномного импринтинга, которое независимо возникло у совершенно разных групп живых организмов: насекомых, растений и млекопитающих. В рамках курса будут обсуждаться гипотезы возникновения геномного импринтинга, механизмы этого явления, почему у млекопитающих в норме не встречается партеногенез, а также что такое болезни геномного импринтинга у человека.</p> <p>Кроме того, в ходе лекций будет охарактеризовано явление парамутаций и эпигенетические механизмы, лежащие в основе соматической вариации при соматическом эмбриогенезе у растений.</p>	
5	<p>Нейродегенеративные заболевания и социально значимые амилоидозы – перспективы терапии</p>	<p>Нейродегенеративные заболевания, такие как болезни Альцгеймера, Паркинсона, Хантингтона, прионные заболевания и латеральный амиотрофический склероз, проявляются у людей преклонного возраста и в настоящее время неизлечимы. Доля людей, страдающих этими заболеваниями, с увеличением продолжительности жизни неуклонно растёт.</p> <p>Все они связаны с накоплением в мозге амилоидных нейротоксичных олигомеров и агрегатов определённых белков. В курсе будет рассмотрена структура амилоидных фибрилл и охарактеризованы факторы, влияющие на их формирование и накопление. Будут обсуждаться сходства и различия инфекционных (прионных) и неинфекционных патологических амилоидов. Будут рассмотрены механизмы цитотоксичности амилоидов, ассоциированных с нейродегенеративными заболеваниями, и перспективы лечения этих широко распространённых и социально значимых заболеваний.</p> <p>Также будут охарактеризованы системные амилоидозы, затрагивающие другие органы и ткани. В частности, речь пойдёт о системном амилоидозе АА, амилоидозах лёгких и тяжёлых цепей иммуноглобулинов, сенильном системном амилоидозе и амилоидозе белка Islet при диабете второго типа. Будут обсуждаться причины этих заболеваний и перспективы терапии некоторых из них.</p> <p>В частности, будет показана взаимосвязь хронических инфекционных заболеваний и тяжёлого течения COVID-19 с системным амилоидозом АА.</p> <p>Будут обсуждаться данные об амилоидной агрегации белка p53 при различных формах рака.</p>	10

6	<p>Дрожжи как уникальный объект фундаментальных генетических исследований и биотехнологии</p>	<p>Пекарские дрожжи <i>Saccharomyces cerevisiae</i> - уникальный эукариотический организм, эффективно используемый в качестве объекта биотехнологии и модели для решения фундаментальных проблем генетики и молекулярной биологии. От многих других модельных объектов дрожжи-сахаромицеты отличаются простотой культивирования, генетического анализа и редактирования генома. Это позволяет успешно использовать их как простую, но мощную модель для изучения регуляции базовых эволюционно консервативных процессов воспроизведения и реализации генетической информации. В ходе лекций слушатели получают представление об основных особенностях биологии, жизненного цикла и организации генома дрожжей, позволивших использовать дрожжи для расшифровки многих базовых генетических механизмов (например, механизмов контроля клеточного цикла). Будут рассмотрены современные подходы к изучению болезней человека в дрожжевой модели, в том числе при помощи экспрессии в дрожжах человеческих генов, ассоциированных с этими болезнями. Будет уделено особое внимание использованию дрожжевой модели для идентификации и изучения белок-белковых взаимодействий (дрожжевая дигибридная система и ее модификации). Будет обсуждаться использование дрожжей как объекта синтетической биологии: дрожжи как конвейер для сборки полностью синтетических геномов других организмов, полностью искусственно синтезированный "с нуля" геном дрожжей (проект Yeast 2.0) как перспективная модель эволюционной биологии и подход к ускоренному созданию дрожжевых штаммов с новыми свойствами. Будет рассмотрено использование различных видов дрожжей в биотехнологии для продукции белков других организмов (в т.ч, человека) Будет уделено внимание особенностям посттрансляционных модификаций белков в клетках дрожжей <i>S. cerevisiae</i> и <i>Pichia pastoris</i> и их "гуманизации". Будут обсуждены способы модификации генома дрожжей для производства биологически активных органических соединений, в норме не синтезируемых дрожжами (флавоноиды, терпеноиды и др.)</p>	14
---	---	---	----

7	Особенности геномов растений	<p>Лекции посвящены одному из динамично развивающихся направлений современной биологии - геномике растений. Слушатели познакомятся с особенностями организации растительных геномов. Будет прослежен путь от методов прочтения ДНК до понимания сложных эволюционных механизмов: от первых технологий секвенирования до концепции пангенома и роли горизонтального переноса.</p> <p>Методы секвенирования геномов растений: будут рассмотрены основные проблемы, возникающие при работе с растениями: огромные размеры геномов и высокая степень повторяемости последовательностей. Будет проведен исторический и технический обзор методов секвенирования - от классического метода Сэнгера до технологий третьего поколения (Nanopore, PacBio).</p> <p>Характеристика геномов растений, структура растительного генома. Будут рассмотрены основные типы повторов в геноме растений; структура растительного гена: от промотора до терминатора, особенности экзон-интронной организации и регуляции экспрессии у растений; мультигенные семейства как основа адаптивного потенциала. Геномы органелл. Первые проекты по секвенированию геномов растений: пластиды и митохондрии. Особенности строения и функционирования. Гипотезы происхождения органелл, горизонтальный перенос в органеллах.</p> <p>Проекты по секвенированию геномов растений и их результаты: будут рассмотрены результаты пионерских проектов по секвенированию <i>Arabidopsis thaliana</i> и <i>Oryza sativa</i> (риса), которые изменили представление о геномах растений. Понятие «пангеном» для растений. Уникальные особенности организации геномов растений: полиплоидия, палеополиплоидия, гетерозис. Эволюция генов после дупликации и роль транспозонов в перемещении и изменении генов. Горизонтальный перенос генов у растений. Роль этих факторов в эволюции геномов растений.</p>	14
	<b>Итоговая аттестация</b>	Онлайн-тест	2
8	<b>Итого</b>		72

## **5. Оценка качества освоения программы**

### **5.1. Форма аттестации и оценочные материалы**

Итоговая аттестация осуществляется по результатам выполнения итогового онлайн-теста. Для успешного прохождения программы слушатель должен правильно ответить не менее чем на 50% вопросов теста.

### **5.2. Анализ удовлетворенности требований слушателей.**

По итогам обучения проводится анкетирование слушателей для анализа удовлетворенности их требований к организации и качеству обучения.