

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>по дисциплине:</b>      | Генетика растений   |
| <b>по направлению:</b>     | Прикладные математика и физика  |
| <b>профиль подготовки:</b> | Системная и синтетическая биология<br>Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики<br>центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики |
| <b>курс:</b>               | 3   |
| <b>квалификация:</b>       | бакалавр  |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 5 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: М.Н. Яковцева, канд. биол. наук

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 07.06.2023

## Аннотация

Дисциплина направлена на освоение знаний о растениях как живых системах, с акцентом на современные представления об организации и функционировании генетического аппарата в реализации генетической программы развития растения.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Формирование базовых знаний основ генетики растений, получение опыта в области генетических технологий в области генетики растений.

#### Задачи дисциплины

1. Получение знаний о структурно-функциональной организации генетической программы растений, методах молекулярной биологии, генетики.
2. Научить использовать современные генетические технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   | УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи   |
|   | УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи   |
|   | УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки  |
|   | УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки  |
|   | УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи   |
| ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности                  | ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения  |
|   | ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки   |
|   | ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов   |
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности                     |
|   | ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области |
|   | ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности   |

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- 1) Современные проблемы генетики растений.
- 2) Теоретические основы функционирования растений при различных системах размножения.
- 3) Современные генетические технологии, используемые при работе с растениями.

уметь:

- 1) Применять генетические методы анализа природных популяций и генетических коллекций.
- 2) Применять современные генетические технологии для решения поставленных задач, прогнозировать и определять потенциал их использования.

владеть:

- 1) Методиками решения практических задач, требующих молекулярно-генетического подхода и приемов биологии развития.
- 2) Навыками сравнения используемых технологий с учетом возможностей и современных требований к оценке эффективности процесса.

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

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| №                     | Тема (раздел) дисциплины  | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. |          |                 |                |
|-----------------------|---|---|----------|-----------------|----------------|
|                       |   | Лекции  | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1                     | Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена | 5   |          |                 | 3              |
| 2                     | Системы размножения растений и их генетический контроль                     | 5   |          |                 | 3              |
| 3                     | Генетические методы селекции  | 5   |          |                 | 2              |
| 4                     | Генетика иммунитета растений  | 5   |          |                 | 2              |
| 5                     | Генетика онтогенеза растений  | 5   |          |                 | 2              |
| 6                     | Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства   | 5   |          |                 | 3              |
| Итого часов           |   | 30  |          |                 | 15             |
| Подготовка к экзамену |   | 0 час.  |          |                 |                |
| Общая трудоёмкость    |   | 45 час., 1 зач.ед.  |          |                 |                |

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 5 (Осенний)

###### 1. Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена

Структурно-функциональная организация генома, геном хлоропластов и митохондрий. Мобильные генетические элементы растений. Транспозонный мутагенез растений. Мутационный анализ для изучения функции генов.

###### 2. Системы размножения растений и их генетический контроль

Двудомность. Апомиксис. Явление импринтинга материнских и отцовских аллелей.

###### 3. Генетические методы селекции

Полиплодия. Анеуплодия и примеры её применения. Гаплоиды естественные и искусственные.

#### 4. Генетика иммунитета растений

Понятие иммунитета растений. Основные типы иммунитета растений. Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета растений.

#### 5. Генетика онтогенеза растений

Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений фитогармонами. Генетический контроль.

#### 6. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства

Генетическая инженерия растений. Геномное редактирование растений. Молекулярно-генетические маркеры.

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

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература

Литература предоставляется базовой кафедрой.

#### Основная литература

1. Генетические основы селекции растений. Том 1. Общая генетика растений / науч. ред. А. В. Кильческий., Л. В. Хотылева. — Минск: Белорусская наука, 2008. - 551 с.
2. Ежова Т. А., Лебедева О. В., Огаркова О. А., Пенин А. А., Солдатова О. П., Шестаков С. В. *Arabidopsis thaliana* — модельный объект генетики растений. - Москва: «Макс-Пресс», 2003. - 219 с.
3. Лутова Л. А., Проворов Н. А., Тиходеев О. Н., Ттонович И. А., Ходжайова Л. Т., Шишкова С. О. Генетика развития растений. - Санкт-Петербург: Наука, 2000. - 531 с.

#### Дополнительная литература

Литература предоставляется базовой кафедрой.

Дополнительная литература

1. Малецкий С.И. Гены самонесовместимости контролируют у цветковых растений перекрестное оплодотворение // Соровский образовательный журнал. 1996.
2. Першина Л.А. О роли отдаленной гибридизации и полиплоидии в эволюции растений // Вестник ВОГИС. 2009. Т.13. 3в 2. С. 336-344.
3. Adai Zs K.L. Evolution of Duplicate Gene Expression in Polyploid and Hybrid Plants // Journal of Heredity 2007 98(2):136- 141.
6. Udall J.A. and Jonathan F. Wendel Polyploidy and Crop Improvement // Crop Science Society of America, 2006; 46; p.3- 14.
4. Blanc G., Barakat A., Guyot R., Cooke R., and Michel Delseny // Extensive Duplication and Reshuffling in the Arabidopsis Genome. Plant Cell, Vol. 12, 1093- 1102.
5. Fujii S. and Toriama K. Genome Barriers between Nuclei and mitochondria exemplified by cytoplasmic male sterility // Plant Cell Physiol. 2008, 49(10): 1484- 1494.
6. McCouch S. R. Genomics and Synteny // Plant Physiol, January 2001, Vol. 125, pp. 152- 155.
7. Slotkin R. K. and Martienssen R. Transposable elements and the epigenetic regulation of the genome. Review // Nature , 2007, vol. 8.
8. Richards A. J. Apomixis in flowering plants: an overview // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B (2003) 358, 1085-1093.
9. Spielman M., Vinkenoog R. and Scott R. J. Genetic mechanisms of apomixis // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B (2003) 358, 1095-1103.
10. Tarutani Y. et al. Trans-acting small RNA determines dominance relationships in Brassica self-incompatibility // Nature. 2010 Aug 19; 466(7309):983-6.

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

Не используются

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

Для части занятий потребуется Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

|   |   |
|---|---|
| <b>по направлению:</b>  | Прикладные математика и физика  |
| <b>профиль подготовки:</b>  | Системная и синтетическая биология<br>Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики<br>центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики |
| <b>курс:</b>  | <u>3</u>  |
| <b>квалификация:</b>  | бакалавр  |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 5 (осенний) - Дифференцированный зачет |   |
| <b>Разработчик:</b>   | М.Н. Яковцева, канд. биол. наук   |

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   | УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи   |
|   | УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи   |
|   | УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки  |
|   | УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки  |
|   | УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи   |
| ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности                  | ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения  |
|   | ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки   |
|   | ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов   |
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности                     |
|   | ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области |
|   | ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности   |

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Генетика растений» обучающийся должен:

### знать:

- 1) Современные проблемы генетики растений.
- 2) Теоретические основы функционирования растений при различных системах размножения.
- 3) Современные генетические технологии, используемые при работе с растениями.

### уметь:

- 1) Применять генетические методы анализа природных популяций и генетических коллекций.
- 2) Применять современные генетические технологии для решения поставленных задач, прогнозировать и определять потенциал их использования.

### владеть:

- 1) Методиками решения практических задач, требующих молекулярно-генетического подхода и приемов биологии развития.
- 2) Навыками сравнения используемых технологий с учетом возможностей и современных требований к оценке эффективности процесса.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Мобильные генетические элементы и их распространение у растений.
2. Иммуитет растений, его основные типы. Молекулярно-генетические основы неспецифичного активного иммунитета и специфичного активного иммунитета.
3. Примеры парамутаций; молекулярные механизмы их возникновения.
4. Гены, контролирующие независимое развитие эндосперма у покрытосеменных растений. Понятие импринтинга на примере гена MEDEA арабидопсис.



#### 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Гомология и гомеологии геномов растений, паралогичные и ортологичные гены. Синтения и колинеарность геномов. Принципы сравнительного картирования растений, роль модельных объектов.
2. Полиплоидия растений и ее типы, механизмы возникновения полиплоидов. Судьба дуплицированных генов у аллополиплоидов.
3. Гаметофитный контроль несовместимости, гены локусов несовместимости и механизм ее реализации на примере Solanaceae - и Papaveraceae.
4. Половые типы цветковых растений и генетические механизмы, обеспечивающие перекрестное оплодотворение. Молекулярно-генетические механизмы гаметофитной и спорофитной самонесовместимости.
5. Спорофитный контроль несовместимости, гены локусов несовместимости и механизм ее реализации на примере Brassica.
6. Цитоплазматическая мужская стерильность, ее природа, распространение и практическое использование. Роль митохондриального генома в проявлении ЦМС. Химерные митохондриальные гены.
7. Парамутации как специфический тип взаимодействия аллелей. Понятия парамутегенности и парамутабельности. Эпигенетический механизм проявления парамутаций.
8. Индукция мутаций у растений и особенности их выявления. Генетически эффективнее клетки апикальной меристемы. Значение размера популяций M1 и M2 для выделения мутаций.
9. Специфичность ЭМС-индуцированных мутаций. Методы обратной генетики для установления функции гена, TILLING и Delet-a-gene.
10. Инсерционный Т-ДНК мутагенез и выявление трансформантов в T1 и T2 поколениях.
11. Мобильные генетические элементы и их распространение у растений.
12. Транспозонный мутагенез, одно и двухкомпонентные системы на основе Ac и Ds элементов.
13. Гены, контролирующие независимое развитие эндосперма у покрытосеменных растений. Понятие импринтинга на примере гена MEDEA арабидопсис.
14. Иммуитет растений, его основные типы. Молекулярно-генетические основы неспецифического активного иммунитета и специфического активного иммунитета.
15. Генетический контроль определения типа органов цветка. ABC-модель (логика построения).
16. Доказательства правильности ABC—модели (предсказание фенотипа двойных мутантов; подтверждение ABC—модели с использованием трансгенных растений арабидопсис; молекулярно-генетическая проверка модели).
17. Молекулярные механизмы взаимодействия генов В—класса. Фенотип мутантов по генам В—класса.
18. Примеры парамутаций; молекулярные механизмы их возникновения
19. Молекулярные механизмы эпигенетических изменений (привести примеры).
20. Понятие импринтинга на примере генов R кукурузы и MEDEA арабидопсис.

#### Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.