

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ имени Н.И. ВАВИЛОВА» (ВИР)

УТВЕРЖДЕНО

Решением Ученого совета ВИР

Протокол № 19 от 24.10.2023.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ВИР

Профессор РАН

Е.К. Хлесткина

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ СЕЛЕКЦИЯ

Уровень образования:	высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации
Группа научных специальностей:	4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство
Научная специальность:	4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
Форма обучения:	Очная

Санкт-Петербург

2023 г.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины: Формирование представлений об основах молекулярной селекции растений, особенностях организации растительного генома, классических и современных методах создания генетического разнообразия, оценки и отбора селекционного материала, освоение современных методов селекции с использованием молекулярных маркеров, методов и подходов к целенаправленной гибридизации растений с заданными ценными свойствами.

1.2. Задачи дисциплины:

- Сформировать понятие о модели сорта.
- Знать источники наследственной изменчивости, понимать их роль для селекции.
- Освоить современные методы подбора, создания и оценки исходного материала для селекции.
- Изучить методы создания генетического разнообразия растений.
- Освоить классические и современные методы оценки селекционного материала.
- расширение и углубление знаний в области молекулярных методов селекции;
- Освоить современные молекулярные методы исследований, применяемых в популяционной генетике для ускорения селекционного процесса;
- Приобретение навыков создания высокопродуктивных сортов и гибридов, повышения генетического потенциала создаваемых сортов и гибридов на основе достижений современной науки и передовой практики.

1.3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина используется в качестве обязательной дисциплины, относится к группе дисциплин направленных на освоение знаний по специальности и сдаче кандидатского экзамена.

1.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

В результате освоения дисциплины «Молекулярная селекция» аспиранты должны *знать*:

- - принципы работы оборудования, необходимого для выполнения селекционных работ;
- - схемы селекционного процесса различных культур;
- - современные методы подбора, создания и оценки исходного материала для селекции;
- - методы массового и индивидуального отбора в селекции растений;
- - методы использования ДНК-маркеров в селекции растений.

уметь:

- - характеризовать растительные сорта и гибриды растений на генетической основе и использовать их в сельскохозяйственной практике;
- - анализировать методы и способы решения задач по разработке новых технологий;
- - создавать различные фоны для отбора селекционного материала с набором полезных признаков;
- - проводить оценку коллекционного и селекционного материала на основе знаний фенотипических, биохимических и молекулярно-генетических методик маркерного анализа

владеть:

- - системным подходом для решения поставленных задач;
- - научными основами закладки полевого опыта при выполнении селекционно-генетических задач;
- современными лабораторными методами анализа качественных и количественных признаков исходного и селекционного материала;

• владеть современными молекулярно-генетическими технологиями маркер-вспомогательной селекции и биотехнологическими методами ускорения селекционного процесса.

1.5. Краткая аннотация дисциплины:

Дисциплина направлена на формирование представлений об основах молекулярной селекции растений, особенностях организации растительного генома, классических и современных методах создания генетического разнообразия, оценки и отбора селекционного материала.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной деятельности:

Виды учебной деятельности	3 курс	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего ак. часов	40	40
Лекционные занятия, ак. часов	24	16
Практические (семинарские) занятия, ак. часов	16	24
Промежуточная аттестация	зачет	зачет
Самостоятельная работа обучающихся, всего ак. часов	32	32
Общая трудоемкость, ак. часов	72	72

2.2. Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Лекционные занятия, ак. часов	Практические занятия, ак. часов	Самостоятельная работа, ак. часов	Всего, ак. часов	Форма текущего контроля / промежуточной аттестации
Модуль 1 Теоретические основы селекции растений	4	-	6	10	Устный опрос
Модуль 2 Структура генома у растений, хромосомный анализ	6	-	8	14	Устный опрос
Модуль 3 Маркерная селекция растений	8	10	10	28	Устный опрос, доклады
Модуль 4 Генетическая и клеточная инженерия.	6	6	8	20	Устный опрос, доклады
Промежуточная аттестация					зачет
Итого	24	16	32	72	

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Модуль 1 Теоретические основы селекции растений	<p>Исходный материал для селекции. Сбор, поддержание и изучение коллекционного материала. Источники наследственной изменчивости и их роль для селекции. Мутационная и комбинативная изменчивость. Взаимодействие генотип – среда. Искусственный и естественный отбор. Массовый и индивидуальный отбор. Системы скрещивания. Внутривидовая и отдаленная гибридизация. Комбинационная селекция, подбор компонентов для скрещивания, принцип отбора гомозиготных форм. Методы линейной и массовой селекции. Методы оценки селекционного материала. Организация и схема селекционного процесса.</p>
Модуль 2 Структура генома у растений, хромосомный анализ	<p>Особенности организации геномов растений. Методы исследования хромосом растений. Дифференциальное окрашивание хромосом. Гибридизация <i>in situ</i>. Полиплоидия. Автополиплоиды. Аллополиплоиды. Повторяющиеся последовательности ДНК. Классификация хромосом. Кариотип. Основные области применения хромосомного анализа растений. Идентификация хромосом. Создание и поддержание коллекций генетических линий. Анализ отдаленных гибридов. Выявление и анализ хромосомных перестроек. Физическое картирование хромосом. Изучение структурной организации и функциональной активности хромосом.</p>
Модуль 3 Маркерная селекция растений	<p>Основные понятия и задачи маркерной селекции. Объекты маркерной селекции. Традиционные маркерные системы Генетические маркеры: классические, белковые, молекулярные. Основные классы ДНК-маркеров. Селекция с использованием молекулярных маркеров (МАС): общая схема, основные направления и преимущества. Критерии выбора ДНК-маркеров для селекции и их валидация. Использование ДНК-маркеров в беккроссной и линейной селекции, создание пирамид генов. Ограничения для внедрения ДНК-технологий в практическую селекцию. Основы геномной селекции. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов - ПДРФ анализ. Преимущества, ограничения и применение RAPD-маркеров. Амплифицированные области, охарактеризованные секвенированием. Количественный анализ экспрессии генов с использованием произвольных праймеров. Свойства RAPD-маркеров. AFLP анализ и его разновидности.</p>
Модуль 4 Генетическая и клеточная инженерия.	<p>Хромосомная инженерия растений. Использование биотехнологических методов в селекции растений: клеточная инженерия.</p>

	Использование биотехнологических методов в селекции растений: генетическая инженерия. ДНК-технологии в селекции. Генотипирование по ген-маркерам продуктивности, геномная селекция.
--	--

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине.

Оценочные материалы.

3.1. *Формы текущего контроля:*

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра в ходе проведения семинарских занятий. Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление полученных знаний, а также развитие практических навыков по поиску, анализу и структурированию необходимой информации.

3.2. Форма промежуточной аттестации: Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

3.3. *Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:*

Оценочные материалы для текущего контроля:

Примеры вопросов для текущего контроля:

1. Исходный материал для селекции.
2. Сбор, поддержание и изучение коллекционного материала.
3. Источники наследственной изменчивости и их роль для селекции.
4. Мутационная и комбинативная изменчивость.
5. Использование мутагенеза и полиплоидии в селекции растений.
6. Селекция на гетерозис, гипотезы гетерозиса и практическое использование.
7. Создание и поддержание коллекций генетических линий.
8. Анализ отдаленных гибридов.
9. Выявление и анализ хромосомных перестроек.
10. Понятие о биотехнологии и генетической инженерии.
11. Строение ДНК, процесс депликации.
12. Строение молекулы РНК, процесс транскрипции.
13. Реализации генетической информации. Процесс синтеза белка, трансляция.
14. ПЦР-ПДРФ-анализ, создание праймеров отдельных генов.
15. Понятие о геномной селекции.

Примеры тем докладов:

1. Этапы развития селекции растений.
2. Центры происхождения культурных растений.
3. Закон о гомологических рядах в наследственной изменчивости.
4. Значение работ Н.И. Вавилова для теории и практики селекции.
5. Генетика популяций как теоретическая основа познания и управления формообразовательным процессом в популяциях растений.
6. Селекция как наука и технология.
7. Понятие о сорте, линии, гибриде.
8. Понятие о модели сорта.

9. Значение сорта в сельскохозяйственном производстве.
10. Система селекции и семеноводства в Российской Федерации: селекция – сортоиспытание – семеноводство – сортовой и семенной контроль.
11. Влияние факторов среды на количественные признаки.
12. Техника AFLP: принцип, преимущества и ограничения.
13. Анализ экспрессии на основании AFLP-анализа.
14. Различные AFLP-вариации

Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

Пример вопросов для подготовки к зачету:

1. Биологическая роль, строение и синтез ДНК. Моделирование репликации.
2. Строение и синтез РНК, типы РНК и их функции, созревание и-РНК. Моделирование транскрипции.
3. Синтез белка. Трансляция, этапы трансляции. Моделирование трансляции.
4. Понятие о биотехнологии и генетической инженерии, практическое использование их достижений.
5. Биотехнология: манипуляция с молекулами ДНК. Создание трансгенных организмов.
6. Методы гибридизации ДНК.
7. Расщепление ДНК (рестрикция).
8. Исходный материал для селекции.
9. Сбор, поддержание и изучение коллекционного материала.
10. Источники наследственной изменчивости и их роль для селекции.
11. Мутационная и комбинативная изменчивость. Взаимодействие генотип – среда.
12. Искусственный и естественный отбор.
13. Массовый и индивидуальный отбор.
14. Системы скрещивания.
15. Внутривидовая и отдаленная гибридизация.
16. Комбинационная селекция, подбор компонентов для скрещивания, принцип отбора гомозиготных форм.
17. Методы линейной и массовой селекции.
18. Методы оценки селекционного материала.
19. Организация и схема селекционного процесса.
20. Особенности организации геномов растений.
21. Методы исследования хромосом растений.
22. Дифференциальное окрашивание хромосом.
23. Гибридизация *in situ*.
24. Полиплоидия. Автополиплоиды. Аллополиплоиды.
25. Повторяющиеся последовательности ДНК.
26. Классификация хромосом. Кариотип.
27. Основные области применения хромосомного анализа растений.
28. Создание и поддержание коллекций генетических линий.
29. Анализ отдаленных гибридов.
30. Выявление и анализ хромосомных перестроек.
31. Кариотипический анализ.
32. Методика постановки электрофореза полиакриламидном геле.

33. Генотипирование с помощью ДНК-технологий.
34. Ген-маркеры
35. Генетические основы наследования количественных признаков.
36. Методы изучения изменчивости количественных признаков.

3.4. Результаты промежуточной аттестации: определяются оценками «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение промежуточной аттестации по дисциплине.

Критерии оценки для проведения текущего контроля и зачета по дисциплине

Зачтено	Теоретическое содержание дисциплины освоено, сформированы необходимые компетенции согласно учебному плану и образовательной программе, большая часть предусмотренных рабочей программой дисциплины заданий выполнена. Аспирантом проводилась самостоятельная работа с материалами по дисциплине.
Не зачтено	Теоретическое содержание дисциплины не освоено, необходимые компетенции не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины заданий не выполнено, либо выполнено не качественно, дополнительная самостоятельная работа по курсу аспирантом не проводилась.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной литературы:

1. Биохимия и молекулярная биология: учебно-методическое пособие / авт.-сост. С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисенко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь: СКФУ, 2015. - 94 с.
2. Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: Учебник, СПб: Изд-во Н-Л, 2010
3. Кузнецов, В.В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс: учебное пособие / В.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 498 с. <https://e.lanbook.com/book/66252>.
4. Молекулярная биология: лабораторный практикум / О.С. Корнеева, В.Н. Калаев, М.С. Нечаева, О.Ю. Гойкалова; науч. ред. О.С. Корнеева; Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015.

4.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Вечернина Н.А. Биотехнология растений: учебное пособие, Барнаул: Издательство АлтГУ, 2009
2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство, 2007 г.
3. Клаг У.С., Каммингс М.Р., Спенсер Ш.А., Палладино М. А. Основы генетики. Техносфера, 2016
4. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису М.: Лаборатория знаний, 2017.
5. Лутова Л.А., Ежова Т.А., Додуева И.Е., Осипова М.А. Генетика развития растений. Изд-во Н-Л, 2010. 432 с.
6. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии: Молекулярное клонирование. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Protein Database (база данных) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein>
2. Grierson D.; Covey S.N. Plant molecular: Glasgow London: Blackie., 1988. - 9, 233 p.

<http://www.cnsnb.ru/intra/rdr.asp>

4.4. Перечень современных профессиональных баз данных и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. СПС КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru/>
2. Электронная база данных «Scopus»: <http://www.scopus.com>
3. База данных GenBank «EBI» – данные генома, гена и последовательности транскриптов, литература по молекулярной биологии (статьи); основа для биологических исследований и учебного процесса: <https://www.ebi.ac.uk/>
4. База данных GenBank «NCBI» – данные генома, гена и последовательности транскриптов, литература по молекулярной биологии (статьи); основа для биологических исследований и учебного процесса: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
5. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная библиотека
6. <http://www.cnsnb.ru/> - Центральная научная сельскохозяйственная библиотека
7. <http://www.gpntb.ru/> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
8. <http://www.fao.org/> - базы данных ФАО.

5. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

5.1. Материально-техническое обеспечение:

Вид аудитории	Технические средства и оборудование
Аудитория (лабораторный комплекс) для проведения практических (лабораторных) занятий Лаборатория постгеномных исследований	Весы ВК-1500 Масса-К (НПВ 1500г. дискретность 0,02 внешняя калибровка 2 класс, платформа 136*162 мм) - 1 шт. Весы CE224-C (220г/0,01г, 0,1мг/1мг, класс точности 1, встроенная калибровка) – 1 шт.; Система водоочистительная лабораторная Synergy, Millipore Франция – 1 шт.; Анализатор генетический Applied Biosystems 3500, вариант: исполнения: Applied Biosystems 3500, Thermo Fisher Scientific (Applied Biosystems) – 1 шт.; Камера для горизонтального электрофореза (150*150 мм), в комплекте – 3 шт.; Источник питания для лабораторий PowerPac Basic Power Supply 041BR303953 – 3 шт.; Гребенки для электрофоретических камер – 8 шт. в ассортименте; Система гель-документирования Gel Doc XR+ - 1 шт.; Трансиллюминатор ECX – F20.L– 1 шт.; Вортекс Multi Vortex V-32 – 2 шт.; Аквадистиллятор ДЭ-4М – 1 шт.; Спектрофотометр NanoDrop OneC – 1 шт.; Генетический анализатор (Амплификатор T-100 BioRad - 3 шт.; Термоциклер CFX96, Bio-Rad (амплификатор с детекцией в режиме реального времени) – 1 шт.;

	<p> ПЦР-бокс – 1 шт.; Центрифуга Multi-spin FV-2400 – 2 шт.; Высокоскоростная мини-центрифуга Microspin 12 – 1 шт.; Центрифуга 5424R для микропробирок, с охлаждением, 15000 об/мин, 21130 g, Eppendorf, - 1 шт.; Центрифуга–вортекс для ПЦР планшетов CVP-2 – 1 шт.; Диспергатор универсальный IKA Ultra Turrax Tube Drive с комплектом бус (стеклянные, металлические) – 1 шт.; Микроволновая печь DEXP B25BSDWG – 1 шт.; Термостат твердотельный типа “Драй-блок” –2 шт.; Вертикальный низкотемпературный холодильник Innova-U101 – 1 шт.; Морозильник ATLANT M 7203-100 – 2 шт.; Холодильник ATLANT XM 4208-000– 1 шт.; Генератор льда HugaKan HKN-GB20 – 1 шт.; Дезар-Кронт-802 настенный облучатель рециркулятор бактерицидный – 2 шт.; Бактерицидный облучатель Доктор Ультрафиолет 20 м ЕСО – 2 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 1-10 мкл, "Блэк"- 4 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 2-20 мкл, "Блэк" – 4 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 10-100 мкл, "Блэк" – 2 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 20-200 мкл, "Блэк" – 4 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 100-1000 мкл, "Блэк" – 4 шт.; Дозаторы пипеточные, восьмиканальные 5-50 мкл, "Блэк" – 1 шт.; Подставка для пипеток на 5 мест. – 4 шт.; Штатив для пробирок в ассортименте – 5 шт. </p>
<p> Аудитория (лабораторный комплекс) для проведения практических (лабораторных) занятий Центр генетических технологий ВИР Препараторская </p>	<p> Аквадистиллятор электрический ДЭ-10М 1 шт; Водонагреватель DELUXE электрический (50 л) - 1 шт.; Ванна ультразвуковая ВУ-09-Я-ФП-03 - 1 шт.; Весы аналитические - 1 шт.; Весы прецизионные РА-4102С - 1 шт.; Магнитная мешалка с подогревом US-1550D - 1 шт.; рН-метр OHAUSST 3100-F - 1 шт.; Инкубатор-шейкер INNOVA 40 - 1 шт.; Спектрофотометр NanoPhotometer N50-Touch, сканирование 200-650 нм, сенсорный экран - 1 шт.; Настольный паровой автоклав Tuttnauer 3850EL-D - 1 шт.; Термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот 1000, исполнения C1000 Touch в комплекте с модулем реакционным оптическим CFX96 - 1 шт.; Центрифуга лабораторная с охлаждением LMC -4200R - 1 шт.; </p>

	<p>Флуориметр Qubit 3.0 Расширенный стартовый комплект (RT; +4 C) - 1 шт.;</p> <p>Электроплитка бытовая ВЕСТА мощность 2400 Вт - 1 шт.;</p> <p>Персональная центрифуга Z 130 M, Hermle Labortechnik, (230 В, 50-60 Гц) - 1 шт.;</p> <p>Стенд сушильный KARTELL 630*450*110 мм колбодерж. - 72 шт.; поддон - 1шт.; шланг - 1 шт.;</p> <p>Вертикальный низкотемпературный морозильник MDF-U3386S-PE Panasonic - 1 шт.;</p> <p>Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 0,1-2,5 мкл) - 1 шт.;</p> <p>Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 10-100мкл) - 1 шт.;</p> <p>Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 100-1000 мкл) - 1 шт.;</p> <p>Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 2-20 мкл) - 1 шт.;</p> <p>Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 20-200 мкл) - 1 шт.;</p> <p>Дозаторы механические одноканальные - 8 шт.;</p> <p>Мойка для лабораторной посуды ПГЛ ПМЗ – 1шт.</p>
Ламинарная комната №1	<p>Стереомикроскоп МСП-1-2СД, с гибким встроенным осветителем бокового света - 2 шт.;</p> <p>Стерилизатор Steri 250 (STERILIZER, DRY HEAT WITH GLASS BEAD, ST) - 1 шт.; Стол инструментальный АТ-В15 650*450*900 мм нерж. сталь, 3 полки -1 шт.; Стол рабочий ПГЛ СР3-1,2 1200*600*750 мм, тумба с 4 выдв. ящиками - 1 шт.;</p> <p>Бокс микробиологической безопасности БМБ-II "Ламинар-С" - 1,2 (221.120) - 1 шт.;</p> <p>Лабораторный двухкамерный холодильник Liebherr LCexv 4010 - 2 шт.;</p> <p>Холодильник с морозильной камерой Liebherr LCexv 4010 Температурный диапазон, С +2+8 и -9-30 объем камер, л 254 л холодильной и 107 морозильной - 1 шт.;</p> <p>Микроскоп Микромед 3 ЛЮМ LED - 1 шт.;</p> <p>Флуоресцентный микроскоп ZOE - 1 шт.;</p>
Ламинарная комната №2	<p>Стерилизатор Steri 250 (STERILIZER, DRY HEAT WITH GLASS BEAD, ST) - 2 шт.; Бокс микробиологической безопасности БМБ-II «Ламинар-С» - 2 шт.;</p>

	Стереомикроскоп МСП-1-2СД, с гибким встроенным осветителем бокового света 1 шт.; Фармацевтический холодильник Polair DM107-S - 1 шт.; Шкаф холодильный Solo SN G -0.75С - 1 шт.; Фармацевтический холодильный шкаф Polair DM114Sd-S - 1 шт.
--	---

5.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows 10 Лицензия № 66236852, MS Office 2016 Лицензия № 66236852.

В учебном процессе допускается применение онлайн-платформ Толк. Курс включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций. Методы обучения предполагают использование информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов). Задействованы Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые 30 системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы).