МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию в области сельского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
_____ А. З. Ломский
«__» _____ 20__ г.
Регистрационный № _____/пр.

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

СОГЛАСОВАНО
Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства
_____ В. В. Великанов
_____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО
Начальник Главного управления образования, науки и кадровой политики Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
_____ В. А. Самсонович
_____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО
Начальник Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
_____ Н. В. Лешик
_____ 20__ г.

Минск 20__

СОСТАВИТЕЛИ:
А. В. Кильчевский, заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор;
Т. В. Никонович, доцент кафедры селекции и биотехнологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат биологических наук, доцент;
О. Г. Бабак, ведущий научный сотрудник государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук, доцент;
А. Н. Иванистов, начальник научно-исследовательской части учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
И. Е. Баева, заведующий межфакультетской генетической лабораторией учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ: кафедра агротехнологий учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (протокол № 3а от 25.11.2024 г.);
О. В. Молчан, заведующий лабораторией водного обмена и фотосинтеза растений государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:
кафедрой селекции и биотехнологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 26.11.2024 г.);
методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 3 от 26.11.2024 г.);
научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 5 от 26.12. 2024 г.);
научно-методическим советом по агрономическим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № от 2024 г.).

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич
Ответственный за выпуск: Т. В. Никонович

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биотехнология является новой областью биологической науки. Она использует методы генетики, молекулярной биологии, микробиологии, биохимии, селекции, экологии.

Биотехнология – это наука о клеточных и генно-инженерных методах и технологиях для создания и использования биологических объектов с целью интенсификации производства или получения новых видов продуктов различного назначения.

Современная биотехнология изучает возможности использования организмов, биологических процессов и систем в производстве, включая превращение различных видов сырья в высококачественные продукты. В связи с этим современные специалисты, работающие в сельском хозяйстве, должны в совершенстве владеть методами биотехнологии, уметь использовать их для увеличения производства сельскохозяйственной продукции, улучшения её качества, защиты окружающей среды от загрязнения и повышения устойчивости всего агропромышленного производства. Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил современные и перспективные биотехнологические методы и приобрел практические навыки их использования.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций по биотехнологии, применение на практике научно обоснованного комплекса технологий, предусматривающих использование биологических систем разного уровня организации.

Основными задачами учебной дисциплины являются: изучение принципов и методов клеточной и генетической инженерии для использования в селекции и семеноводстве; разработка интенсивных биотехнологий в растениеводстве, животноводстве, защите растений, утилизации сельскохозяйственных отходов, защите окружающей среды.

Содержание учебной дисциплины представлено в виде тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Содержание тем опирается на компетенции, ранее приобретенные студентами при изучении таких учебных дисциплин, как «Биология сельскохозяйственных растений», «Генетика». Знания, полученные при изучении дисциплины «Биотехнология», используются при изучении учебных дисциплин «Селекция плодовых и овощных культур», «Виноградарство и грибоводство».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующую базовую профессиональную компетенцию: применять живые организмы, их системы или продукты жизнедеятельности для решения технологических задач.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен *знать*:

– основные направления, задачи и достижения современной биотехнологии;

– технологии культивирования клеток и тканей на искусственных питательных средах;

– применение методов культуры *in vitro* в селекции и для размножения растений;

– применение молекулярных маркеров в генетике и селекции сельскохозяйственных растений;

– сущность, задачи и роль генетической инженерии в создании принципиально новых генотипов сельскохозяйственных растений, методы генетической трансформации;

– основные группы фитогормонов, их роль в экспрессии генов, регуляции физиологических процессов растений, возможности использования фитогормонов в биотехнологии и растениеводстве;

– использование методов биотехнологии для получения новых источников энергии, переработки отходов и биодеградации ксенобиотиков, повышения плодородия почв и др.;

уметь:

- составлять искусственные среды для культивирования растений *in vitro*;

- использовать методы культуры *in vitro* в селекции растений;

- использовать методы микроклонального размножения для выращивания оздоровленного посадочного материала растений;

- применять фиторегуляторы для оптимизации процессов роста и развития растений в *культуре in vitro и in vivo;*

- использовать методы биотехнологии для получения новых источников энергии, переработки отходов и биодеградации ксенобиотиков, повышения плодородия почв и др.;

иметь навык:

- работы в биотехнологической лаборатории;

- стерилизации и составления искусственных питательных сред для культивирования объектов *in vitro*;

- выделения ДНК и проведения полимеразной цепной реакции;

- выполнения манипуляций клеточной и генетической инженерии.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен не только приобрести практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

Примерным учебным планом на изучение учебной дисциплины «Биотехнология» для специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» отводится 108 часов, из них 68 часов составляют аудиторные занятия. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ тем	Название разделов	Всего аудиторных	Лекции	Лабораторные занятия
	Введение	4	2	2
1.	Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии и растениеводстве	8	4	4
2.	Клеточная инженерия	10	6	4
3.	Применение методов *in vitro* в селекции растений	10	4	6
4.	Применение методов *in vitro* для размножения растений	10	4	6
5.	Основы генетического анализа	8	4	4
6.	Генетическая инженерия	10	6	4
7.	Биотехнология микроорганизмов	8	4	4
	Итого:	**68**	**34**	**34**

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ВВЕДЕНИЕ

Биотехнология как наука. Основные направления и задачи современной биотехнологии. Связь биотехнологии с другими биологическими и сельскохозяйственными науками. Применение методов биотехнологии в селекции, семеноводстве, защите растений, повышении плодородия почв и продуктивности растений. Использование биотехнологии в животноводстве. Биотехнология получения кормового белка, аминокислот, ферментов и биологически активных веществ. Биотехнология и медицина. Использование биотехнологии в энергетике. Биотехнология и защита окружающей среды от загрязнения. Биотехнологическая переработка промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Производство биогаза как способ утилизации органических отходов. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде. Микробная деградация органических соединений, нефтяных загрязнений, пестицидов, поверхностно-активных веществ. Роль биотехнологии в защите и оздоровлении биосферы.

Биотехнология в решении продовольственной проблемы. Мировой уровень биотехнологии как науки и отрасли производства. Развитие биотехнологии в Беларуси.

1. РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Понятие о фитогормонах. Классификация, структура и функции фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислота, брассиностероиды и другие природные регуляторные соединения). Фитогормональная регуляция экспрессии генов и активности ферментов. Взаимодействие фитогормонов в растениях. Фитогормоны в онтогенезе растений.

Синтетические регуляторы роста и развития растений. Фитогормоны и синтетические регуляторы в биотехнологии растений.

Фитогормоны и регуляторы роста в растениеводстве. Регуляция корнеобразования и размножения растений, покоя и прорастания, роста органов, цветения, опыления, оплодотворения, опадения органов, завязывания, развития и созревания плодов, габитуса растений, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам.

Фиторегуляторы, разрешённые для применения в интенсивном растениеводстве и хранении продукции в Беларуси.

2. КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Сущность и задачи клеточной инженерии. Использование культуры

изолированных клеток, тканей и органов в биотехнологии.

Условия культивирования протопластов, клеток, тканей и органов на искусственных питательных средах. Методы стерилизации. Основные принципы составления искусственных питательных сред. Источники получения эксплантов.

Специфика каллусных тканей. Дедифференцировка как обязательное условие перехода специализированной клетки к делению и образованию каллусной ткани. Фазы ростового цикла каллусных клеток. Генетическая неоднородность клеток, культивируемых *in vitro*. Способы культивирования каллусных тканей. Пересадка каллусной ткани на свежую питательную среду (пассирование). Явление «привыкания», наблюдаемое при многократной пересадке клеток и тканей.

Суспензионные культуры, их получение и культивирование. Использование суспензионных культур для получения веществ вторичного синтеза.

Культуры одиночных клеток. Способы, облегчающие получение колоний из клеток: метод плейтинга, кондиционированные среды, кормящий слой, метод культуры-няньки.

Изолированные протопласты растений, их получение и культивирование. Применение осмотических стабилизаторов в культуре изолированных протопластов. Индукция деления и образования колоний каллусных клеток из протопластов.

Тотипотентность растительных клеток, её природа и значение в селекции. Вторичная дифференцировка и морфогенез в культуре клеток и тканей. Типы морфогенеза: органогенез (корневой, стеблевой, флоральный, листовой) и соматический эмбриогенез. Индукция морфогенеза с помощью фитогормонов и физических факторов среды. Генетические основы морфогенеза. Морфогенез и получение растений-регенерантов как основа клеточных технологий. Применение культуры клеток и тканей в генетической инженерии, селекции и семеноводстве растений.

3. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ *IN VITRO* В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Преодоление прогамной и постгамной несовместимости при отдалённой гибридизации растений. Оплодотворение в культуре *in vitro*. Культура изолированных семяпочек и зародышей (эмбриокультура).

Индукция гаплоидии в культуре тканей и использование гаплоидов и дигаплоидов в селекции растений. Методы получения гаплоидов (андрогенез, гиногенез, партеногенез). Культивирование изолированных пыльников и пыльцы. Способы получения и результаты использования гаплоидных и дигаплоидных линий в селекции ячменя, риса, пшеницы, рапса, томатов и других видов растений.

Цели и задачи клеточной селекции растений. Причины, особенности и характер проявления сомаклональной генетической изменчивости в культуре *in*

vitro. Индуцирование мутаций на клеточном уровне. Создание селективных условий для клеточной селекции. Отбор устойчивых к селективному фактору клонов. Индукция органогенеза и получение изменённых растений. Достижения и перспективы клеточной селекции в создании принципиально новых генотипов, обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам.

Гаметная и зиготная селекция растений. Методы отбора гамет и зигот, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам. Результаты и перспективы использования гаметной и зиготной селекции томата, кукурузы, рапса и других культур.

Способы слияния изолированных протопластов. Генетические изменения клеток в процессе соматической гибридизации и их практическое значение в селекции. Цибридизация как способ переноса цитоплазматических генов. Использование гибридизации соматических клеток в селекции растений.

Криосохранение как метод создания банка клеток и тканей. Значение и задачи криосохранения растительного генофонда. Объекты, сохраняющиеся в жидком азоте. Подбор криопротекторов для уменьшения повреждений клеток и тканей. Подготовка растительного материала к замораживанию. Технология замораживания, криосохранения, оттаивания и реактивации роста клеток и тканей. Масштабы и перспективы применения криосохранения для хранения генетических ресурсов в генбанках.

Состояние и перспективы применения методов *in vitro* в селекции растений.

4. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ *IN VITRO* ДЛЯ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Применение методов *in vitro* для микроклонального размножения растений и оздоровления посадочного материала. Преимущество метода микроклонального размножения растений в сравнении с традиционными методами вегетативного размножения. Цели микроклонального размножения. Классификация методов микроклонального размножения. Активация развития меристем. Образование адвентивных побегов. Индукция соматического эмбриогенеза. Дифференциация адвентивных почек в каллусной ткани. Микрочеренкование побегов, сохраняющих апикальное доминирование. Этапы микроклонального размножения и оптимизация процесса на каждом этапе. Влияние генетических, физиологических и средовых факторов на микроклональное размножение растений.

Методы оздоровления посадочного материала от вирусной, бактериальной и грибной инфекции (метод термотерапии, химиотерапии, апикальных меристем). Методы контроля вирусной инфекции (метод электронной микроскопии, иммуноферментный анализ, использование растений-индикаторов). Технология получения оздоровленного посадочного материала картофеля. Технология получения первой клубневой репродукции в

теплицах. Метод получения миниклубней картофеля и их применение в безвирусном семеноводстве. Метод получения микроклубней и их использование. Микроклональное размножение плодовых, ягодных, овощных, декоративных и лесных культур. Масштабы и перспективы микроклонального размножения растений в мировом сельском хозяйстве.

5. ОСНОВЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Нуклеиновые кислоты как носители наследственной информации (ДНК и РНК). Молекулярные механизмы генетических процессов: репликация, транскрипция, трансляция. Структура генов, их полиморфизм и регуляция экспрессии. Основные методы изучения полиморфизма ДНК (РНК): секвенирование, гибридизация, амплификация, рестрикционный анализ. Полимеразная цепная реакция, типы ПЦР (ПЦР в реальном времени).

Молекулярные маркеры и их классификация. Направления применения молекулярных маркеров в генетике и селекции сельскохозяйственных растений. Филогенетическое изучение растений. Идентификация и паспортизация растений. ДНК-типирование аллелей хозяйственно ценных признаков: биохимический состав, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам и др. ДНК-технологии для диагностики инфицированности патогенами.

6. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Сущность и задачи генетической инженерии. Клонирование фрагментов ДНК – основа генетической инженерии. Ферменты генетической инженерии. Рестриктазы и их классификация. ДНК-полимеразы. Основные виды ДНК-лигаз и их использование для сшивания фрагментов ДНК. Построение рестрикционных карт. Секвенирование и особенности синтеза генов.

Конструирование рекомбинантных ДНК. Выделение генов. Синтез и клонирование комплементарной ДНК (к-ДНК). Идентификация рекомбинантных клонов.

Способы переноса индивидуальных генов или групп генов в реципиентные клетки. Векторы и их основные свойства. Принципы конструирования векторов. Наиболее распространенные виды векторов. Плазмиды и фаговые векторы. Специальные методы получения банков (библиотек) генов. Трансформация клеток *Escherichia coli* плазмидной ДНК.

Особенности экспрессии генов при трансгенезе. Способы оптимизации экспрессии генов. Основные направления генноинженерной биотехнологии. Получение новых генотипов (трансгенез) микроорганизмов, растений, животных. Основные препятствия получения трансгенных организмов и пути их преодоления. Современные достижения генетической инженерии.

Методология генетической инженерии в растениеводстве. Принципиальная схема переноса новых генов в растения. Векторный и прямой

перенос генов. Создание гибридных молекул, обеспечивающих экспрессию генов в растительной клетке. Выделение растительных генов для целей генетической инженерии растений. Регенерация растений из трансформированных клеток. Агробактерии как переносчики информации в геном двудольных растений. Создание векторов на основе *Ti* и *Ri*-плазмид.

Вирусы и вироиды растений как потенциальные векторы. Разработка векторов на основе митохондриальной и хлоропластной ДНК. Мобильные генетические элементы как векторы.

Методы прямого переноса генов. Трансформация растительных протопластов. Метод кокультивации. Микроинъекции ДНК. Электропорация. Упаковка в липосомы. Метод биологической баллистики.

Маркеры генетической инженерии растений. Гены запасных белков, осмотолерантности, толерантности к гербицидам и патогенам. Экспрессия трансгенов в растениях.

Направления генетической инженерии растений. Роль генетической инженерии в создании принципиально новых образцов сельскохозяйственных растений. Генноинженерные подходы к повышению эффективности фотосинтеза. Применение методов генетической инженерии для улучшения аминокислотного состава запасных белков растений. Получение трансгенных растений, устойчивых к гербицидам. Повышение устойчивости растений к низким температурам, засолению почв. Генноинженерные подходы к созданию штаммов микроорганизмов с повышенной эффективностью азотфиксации и генотипов растений, обладающих усиленной способностью к симбиогенезу, способных очищать почву от загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Получение трансгенных растений, устойчивых к вирусной, грибной и бактериальной инфекции. Применение генноинженерной технологии в создании микробиологических пестицидов и растений, устойчивых к насекомым.

Масштабы и перспективы использования трансгенных растений в сельском хозяйстве. Трансгенные растения и биобезопасность.

7. БИОТЕХНОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Использование микроорганизмов как биологических агентов для получения биомассы, органических кислот, спиртов, аминокислот, ферментов, гормонов и других соединений. Производство микробиологического кормового и пищевого белка. Микробиологический синтез незаменимых аминокислот, витаминов, ферментных препаратов, средств защиты растений. Использование микробных почвоудобрительных препаратов. Применение микробиологических препаратов при микроклональном размножении растений. Аэробная переработка отходов. Анаэробная переработка отходов. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде. Энергия и биотехнология.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Никонович, Т. В. Биотехнология. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. В. Никонович [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022.– 174 с.

2. Биотехнология: учебно-методическое пособие / Т. В. Никонович [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021,– 58 с.

Дополнительная

1. Никонович, Т. В. Биотехнология в растениеводстве / Т. В. Никонович. [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 84 с.

2. Картель, Н. А. Биоинженерия: методы и возможности / Н. А. Картель. – Минск: Ураджай, 1989. – 143 с.

3. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шевелуха [и др.]. – М.: Высш. шк., 2003. – 469 с.

4. Харченко, П. Н. ДНК-технологии в развитии агробиологии / П. Н. Харченко, В. И. Глазко. – М.: Воскресенье, 2006. – 480 с.

5. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шевелуха [и др.]. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.

6. Биотехнология – сельскому хозяйству / А. Г. Лобанок [и др.]. – Минск: Ураджай, 1988. – 200 с.

7. Биотехнология. Кн. 3: Клеточная инженерия / Р. Г. Бутенко [и др.]. – М.: Высш. шк., 1987. – 128 с.

8. Основы сельскохозяйственной биотехнологии / Г. С. Муромцев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 383 с.

9. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

10. Пирузян, Э. С. Основы генетической инженерии растений / Э. С. Пирузян. – М.: Наука, 1988. – 302 с.

11. Бекер, М. Е. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. – 231 с.

12. Биотехнология растений: культура клеток / Г. П. Болвелл [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 280 с.

13. Биотехнология. Принципы и применение / под ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988. – 480 с.

14. Биотехнология сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 301 с.

15. Генная инженерия растений. Лабораторное руководство / под ред. Дж. Дрейпера, Р. Скотта, Ф. Армитиджа, Р. Уолдена. – М.: Мир, 1991. – 408 с.

16. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1980. – 488 с.

17. Катаева, Н. В. Клональное микроразмножение растений / Н. В. Катаева, Р. Г. Бутенко. – М.: Наука, 1983. – 96 с.

18. Полевой, В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.

19. Рыбчин, В. Н. Основы генетической инженерии / В. Н. Рыбчин. – Минск: Выш. шк., 1986. – 186 с.

20. Сидоров, В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В. А. Сидоров. – Киев: Навукова думка, 1990. – 280 с.

4.2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

– самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий;

– подготовка рефератов по индивидуальным темам научно-исследовательской работы.

4.3. Рекомендуемые формы и методы обучения

В процессе освоения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными рекомендуемыми методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

– элементы проблемного обучения, реализуемые в лекционном курсе;

– элементы учебно-исследовательской деятельности и творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, а также при самостоятельной работе.

4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Для оценки учебных достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

– проведение текущих опросов или компьютерного тестирования по отдельным темам;

– защита выполненных работ на лабораторных занятиях;

– сдача теоретических блоков по разделам дисциплины;

– сдача зачета по дисциплине.