

**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) |
| по дисциплине: | Молекулярная цитогенетика |
| по направлению: | Биотехнология |
| профиль подготовки: | Биомедицинские технологии Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: А.А. Соловьев, д-р биол. наук

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 13.06.2022

Аннотация

Является важнейшей дисциплиной, исследующей молекулярные основы классической биологии: зоологии, ботаники, микробиологии и т.д. Служит базой для проведения исследований в области молекулярной генетики и структурной биологии. Необходима для усвоения курсов по биоинформатике, структурному анализу биологических молекул, генетической, белковой и метаболической инженерии. Для освоения требуется знать неорганическую и органическую химию, биохимию, строение клетки и желательно классическую биологию.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- овладение теоретической базой данных о закономерностях, определяющих структуру и функции ДНК, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, структуру белков, их агрегатное состояние и многообразные функции в клетках. Помимо этого, предполагается освоение материала, необходимого для понимания фундаментальных основ конструирования функциональных единиц ДНК методами генетической инженерии и направленного мутагенеза, апробирования экспрессии новых генов в реальных условиях жизнедеятельности клеток.

Задачи дисциплины

- изучение структуры и функции ДНК, механизмов хранения, передачи и реализации генетической информации;
- освоение методов выделения, очистки и характеристики ферментативной активности белков, методов их модификации, процессинга и деградации.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|--|
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области биологических и физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области биологических и физико-математических наук |
| | ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в областях химии, биологии, математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.4 Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы |
| ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области | ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов |
| | ПК-3.4 Способен самостоятельно находить и осваивать новые информационные и программные ресурсы в области биоинженерии и биоинформатики |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Центральная догма молекулярной биологии; структура и функции ДНК; репликация ДНК у прокариот и эукариот; мутагенез; молекулярные механизмы репарации ДНК; общая рекомбинация; структуры Холлидея; особенности сайт-специфической ее роль в экспрессии генов у фагов; особенности структуры генома; мобильные элементы; кластеры и повторы в геноме.

Аминокислоты. Химическая модификация функциональных групп белков. Биохимические методы определения аминокислот и белков. Принципы выделения и очистки белков. Масс-спектрометрия белков. Методы и задачи протеомики. Структурные особенности пептидной связи. Вторичная структура белка. Основные мотивы, структурные модули и домены белковой молекулы. Формирование третичной структуры белка в процессе синтеза. Гидрофобное ядро. Роль дисульфидных связей. Понятие структурной классификации белков. Четвертичная структура. Основные классы белков. Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Белки, включающие небелковые компоненты.

уметь:

- анализировать первичные последовательности нуклеиновых кислот и белков, использовать биоинформатические подходы для сравнительного анализа нуклеиновых кислот и белков, применять методы работы с нуклеиновыми кислотами;
- выделять и при необходимости очищать выделенные белки, определять их аминокислотный состав и физико-химические характеристики, пользоваться банком данных аминокислотных последовательностей для отнесения изучаемого белка к определенному семейству, уметь определять активность фермента и кинетические параметры гидролиза субстратов, анализировать и при необходимости разработать методы химической модификации белка.

владеть:

- использования основных баз данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, проведения электрофореза, ПЦР, гибридизации, рестрикции, молекулярного клонирования;
- пользование методов и соответствующего оборудования для выделения и очистки белков (ВЭЖХ, электрофорез, спектрофотометрия), статистической обработки полученных результатов измерений, первичные навыки по синтезу аффинных сорбентов.

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 | Предмет молекулярной биологии и генетической инженерии. | 2 | | | 2 |
| 2 | Общая схема функционирования клетки. | 2 | | | 2 |
| 3 | Основная догма молекулярной биологии. | 2 | | | 2 |
| 4 | Репликация ДНК Escherichia coli. | 2 | | | 2 |
| 5 | Репликоны. | 2 | | | 2 |
| 6 | Мутагенез. | 2 | | | 2 |
| 7 | Репарация ДНК. | 2 | | | 2 |

| | | | | |
|-----------------------|--|--------------------|--|----|
| 8 | Гомологичная рекомбинация. | 2 | | 2 |
| 9 | Промоторы прокариот. | 2 | | 2 |
| 10 | Промоторы эукариот. | 2 | | 2 |
| 11 | Структура рибосомы. | 2 | | 2 |
| 12 | Функционирование рибосомы. | 2 | | 2 |
| 13 | Аминокислоты, свойства и основные реакции. | 2 | | 2 |
| 14 | Ферменты. | 2 | | 2 |
| 15 | Посттрансляционная модификация белка. | 2 | | 2 |
| Итого часов | | 30 | | 30 |
| Подготовка к экзамену | | 30 час. | | |
| Общая трудоёмкость | | 90 час., 2 зач.ед. | | |

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Предмет молекулярной биологии и генетической инженерии.

Химическая и биологическая эволюция.

Зарождение жизни.

Естественный отбор и вероятность единственного решения. Тупиковые решения эволюции.

Основные таксономические группы живых систем.

Строение клетки про- и эукариот (сходства и различия).

Единство молекулярных механизмов живых систем. Основные классы биологических молекул: липиды, углеводы, белки, нуклеиновые кислоты.

Организация генома живых существ: хромосомы, плазмиды. Понятие гена. Генетический код.

2. Общая схема функционирования клетки.

Репликация ДНК, транскрипция, трансляция, структура и функции белка.

Понятие репликации: ДНК-полимеразы, репликация линейных и кольцевых молекул ДНК

Понятие транскрипции: РНК-полимеразы, информационная РНК и генетический код, транспортные РНК и аминоацил-тРНК-синтетазы

Понятие трансляции: рибосомы и трансляция, RBS и Cap сайты, химические реакции и общий энергетический баланс биосинтеза белка

Белки: ферменты, структурные, регуляторные.

3. Основная догма молекулярной биологии.

Репликация ДНК. В-форма ДНК. Затравка для ДНК-полимеразы, праймирование, фрагменты Оказаки. Ферменты, необходимые для репликации ДНК. Теломеры и центромеры эукариот, ориджины репликации бактерий. Репликация кольцевых молекул ДНК по Тета –типу и по типу катящегося колеса.

Транскрипция.

РНК-полимеразы. Регуляция активности промоторов прокариот. Терминаторы транскрипции прокариот. Особенности транскрипции эукариот.

Трансляция.

Общая схема биосинтеза белка. Информационные и транспортные РНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Рибосома и трансляция. Энергетика биосинтеза белка.

4. Репликация ДНК Escherichia coli.

Реплисома.

Инициация раунда репликации.

Топологические проблемы репликации.

5. Репликоны.

Сегрегация репликонов по бактериальным клеткам.

Репликация плазмид, мобильных элементов, фагов и вирусов.

Особенности репликации в эукариотах. Теломеры и центромеры. Сегрегация хромосом.

Понятие митоза и мейоза.

6. Мутагенез.

Спонтанный мутагенез. Скорость мутагенеза.

Индукцированный мутагенез.

Транспозонный мутагенез.

Понятие сайт-специфического мутагенеза.

7. Репарация ДНК.

Экцизионная репарация.

Репарация неспаренных нуклеотидов.

SOS-ответ бактерий.

8. Гомологичная рекомбинация.

Модель Холлидея.

Белки рекомбинации. RecA и SOS-ответ.

Специализированные системы рекомбинации.

Сайт-специфическая рекомбинация. Незаконная рекомбинация.

Рекомбинация в эукариотах. Кроссинговер.

9. Промоторы прокариот.

Промоторы прокариот и регуляторные элементы. Системы регуляции прокариотических промоторов. Лактозный оперон. Арабинозный оперон. Система "Quorum sensing". Рибопереключатели.

10. Промоторы эукариот.

Энхансеры и сайленсеры.

Процессинг рРНК, тРНК и мРНК.

Альтернативный сплайсинг.

11. Структура рибосомы.

Рибосомная РНК и белки и их взаиморасположение.

12. Функционирование рибосомы.

Функциональные активности и функциональные участки рибосомы.

Элонгация.

Инициация трансляции у прокариот, регуляция.

Инициация трансляции у эукариот, особенности регуляции.

Терминация трансляции.

13. Аминокислоты, свойства и основные реакции.

Пептидная связь, пептиды.

Выделение белков. Хроматография.

Первичная структура белка. Методы определения первичной структуры белка. Определение N- и C- концевых аминокислот.

Вторичная, третичная и четвертичная структура белка.

Классификация белков.

Глобины. Миоглобин, гемоглобин.

14. Ферменты.

Классификация ферментов.

Кинетика ферментативного катализа.

Сериновые протеазы. Связывание субстрата. Каталитический механизм.

Лизоцим.

Алкогольдегидрогеназа.

Лактатдегидрогеназа.

Люциферазы.

15. Посттрансляционная модификация белка.

Шапероны. Протеазы. Гликозилазы. Киназы.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка, учебное пособие /А. С. Спирин.

Москва, Лаборатория знаний, 2019

Литература предоставляется базовой организацией

1. Молекулярная биология : Структура рибосомы и биосинтез белка [Текст] : учеб. пособие для биол. спец. вузов / А. С. Спирин .— М. : Высшая школа, 1986.

2. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот., В. И. Агол, А. А. Богданов, В. А. Гвоздев, А. И. Грагеров, А. М. Колчинский, А. Д. Мирзабеков, В. Г. Никифоров, Москва «Высшая школа» 1990 г.

Дополнительная литература

Литература предоставляется базовой организацией

1. Сингер, М. Гены и геномы: в 2 т. / М. Сингер, П. Берг. – М.: Мир, 1998.

2. Жимулев И.Ф. «Общая и молекулярная генетика». 2003

3. Патрушев Л.И. «Экспрессия генов». - М.: Наука. 2000

4. Хесин Р.Б. «Непостоянство генома». Наука 1984

5. Кларк, Д. Молекулярная биология / Д. Кларк, Л. Рассел. – М.: ЗАО «Компания КОНД», 2004. – 472 с.

6. Н. Lodish et al. "Molecular and Cell Biology", Freeman and Company, 4-nd edition, 2000; 5-nd edition, 2003.

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

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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 и понятия, 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|--|--|
| по направлению: | Биотехнология |
| профиль подготовки: | Биомедицинские технологии Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен | |
| Разработчик: | А.А. Соловьев, д-р биол. наук |

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|--|
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области биологических и физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области биологических и физико-математических наук |
| | ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в областях химии, биологии, математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.4 Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы |
| ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области | ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов |
| | ПК-3.4 Способен самостоятельно находить и осваивать новые информационные и программные ресурсы в области биоинженерии и биоинформатики |
| | ПК-3.5 Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярная цитогенетика» обучающийся должен:

знать:

Центральная догма молекулярной биологии; структура и функции ДНК; репликация ДНК у прокариот и эукариот; мутагенез; молекулярные механизмы репарации ДНК; общая рекомбинация; структуры Холлидея; особенности сайт-специфической ее роль в экспрессии генов у фагов; особенности структуры генома; мобильные элементы; кластеры и повторы в геноме.

Аминокислоты. Химическая модификация функциональных групп белков. Биохимические методы определения аминокислот и белков. Принципы выделения и очистки белков. Масс-спектрометрия белков. Методы и задачи протеомики. Структурные особенности пептидной связи. Вторичная структура белка. Основные мотивы, структурные модули и домены белковой молекулы. Формирование третичной структуры белка в процессе синтеза. Гидрофобное ядро. Роль дисульфидных связей. Понятие структурной классификации белков. Четвертичная структура. Основные классы белков. Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Белки, включающие небелковые компоненты.

уметь:

- анализировать первичные последовательности нуклеиновых кислот и белков, использовать биоинформатические подходы для сравнительного анализа нуклеиновых кислот и белков, применять методы работы с нуклеиновыми кислотами;
- выделять и при необходимости очищать выделенные белки, определять их аминокислотный состав и физико-химические характеристики, пользоваться банком данных аминокислотных последовательностей для отнесения изучаемого белка к определенному семейству, уметь определять активность фермента и кинетические параметры гидролиза субстратов, анализировать и при необходимости разработать методы химической модификации белка.

владеть:

- использования основных баз данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, проведения электрофореза, ПЦР, гибридизации, рестрикции, молекулярного клонирования;
- пользование методов и соответствующего оборудования для выделения и очистки белков (ВЭЖХ, электрофорез, спектрофотометрия), статистической обработки полученных результатов измерений, первичные навыки по синтезу аффинных сорбентов.

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

Примеры тем курсовых работ:

1. Мутагенез. Спонтанный мутагенез. Скорость мутагенеза. Индуцированный мутагенез. Понятие сайт-специфического мутагенеза.
2. Репарация ДНК. Эксцизионная репарация. Репарация неспаренных нуклеотидов.
3. Специализированные системы рекомбинации. Сайт-специфическая рекомбинация. Незаконная рекомбинация.
4. Выделение белков. Хроматография.

Для промежуточной аттестации в ходе семестра всеми обучающимися подготавливаются доклады по предложенным преподавателем научным статьям. Сделанный успешный доклад необходим для получения допуска до экзамена.

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

1. Химическая и биологическая эволюция. Наследственность, изменчивость и естественный отбор. Основные таксономические группы живых систем. Строение клетки про- и эукариот (сходства и различия). Единство молекулярных механизмов живых систем (примеры). Организация генома живых существ: хромосомы, ДНК плазмид и митохондрий, плазмиды.
2. Основные классы биологических молекул: липиды, углеводы, аминокислоты, нуклеотиды (примеры). А-форма, В-форма и Z-форма ДНК. Особенности геномной организации про- и эукариот. Генетический код. Понятие гена. Цистрон. Оперон. Регулон. Понятие митоза и мейоза. Редукционное деление, кроссинговер.
3. Репликация ДНК: репликация линейных и кольцевых молекул ДНК, Затравка для ДНК-полимеразы, праймирование, фрагменты Оказаки. Ферменты, необходимые для репликации ДНК. Теломеры и центромеры эукариот, ориджины репликации бактерий. Репликация кольцевых молекул ДНК по Тета –типу и по типу катящегося колеса.
4. Транскрипция. РНК-полимеразы, информационная РНК и генетический код, транспортные РНК, рибосомальные РНК. Промоторы и терминаторы транскрипции прокариот, RBS сайт.

Транскрипция эукариот (процессинг тРНК, рРНК и мРНК, сплайсинг, Cap сайт, polyA).

5.

Трансляция.

Структура рибосомы. Рибосомная РНК и белки.

Функциональные активности и функциональные участки рибосомы.

Общая схема биосинтеза белка. Информационные и транспортные РНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы.

Энергетика биосинтеза белка.

Инициация трансляции у прокариот, регуляция.

Инициация трансляции у эукариот, особенности регуляции.

Элонгация. Терминация трансляции.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1.

Химическая и биологическая эволюция.

Наследственность, изменчивость и естественный отбор.

Основные таксономические группы живых систем.

Строение клетки про- и эукариот (сходства и различия).

Единство молекулярных механизмов живых систем (примеры).

Организация генома живых существ: хромосомы, ДНК плазмид и митохондрий, плазмиды.

Билет 2

Основные классы биологических молекул: липиды, углеводы, аминокислоты, нуклеотиды (примеры).

А-форма, В-форма и Z-форма ДНК.

Особенности геномной организации про- и эукариот.

Генетический код. Понятие гена. Цистрон. Оперон. Регулон.

Понятие митоза и мейоза. Редукционное деление, кроссинговер.

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 недочётами.

Оценка "хорошо" (7 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо 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 твёрдо 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

До экзамена допускаются обучающиеся успешно сдавшие зачёт по практикуму и подготовившие доклад и рассказавшие на занятии научную статью из числа предложенных преподавателем.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30-60 минут на подготовку ответа по билету с возможностью использования любых печатных материалов и интернет ресурсов.

Оценивание знаний производится в соответствии с вышеописанными критериями в соответствии с содержанием дисциплины. За отличный ответ по билету обучающийся может набрать 4 балла, ответ на 3 дополнительных вопроса даёт ещё три балла. По случайно открытой научной статье, взятой из числа доложенных в процессе обучения задаётся ещё три вопроса по которым можно набрать ещё 3 балла.