**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ**

**Факультет биологии и биотехнологии**

**Образовательная программа по специальности «6М011300-Биология»**

|  |  |
| --- | --- |
|   |  Утверждено на заседании Ученого совета факультета  биологии и биотехнологии Протокол №\_\_\_\_от « \_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 г. **Декан факультета \_\_\_\_\_\_\_Шалахметова Т.М.** |

**СИЛЛАБУС**

**по базовому обязательному модулю 2** ( кредитов)

**включает дисциплины**

**«6М011300» - «Методика преподавания биоэнергетики»** (3 кредита)

1 курс, р/о, весенний семестр

**Сведения о преподавателе, ведущего дисциплину модуля:**

**По дисциплине «Методика преподавания биоэнергетики»**

**Шаповалов Юрий Александрович, д.т.н., профессор кафедры биофизики и биомедицины**

Телефоны: раб. 377 – 36 – 06

e-mail: yu.shapovalov@mail.ru

каб.:433б, 205 ГУК №6

**ПАСПОРТ модуля:**

**Цель:**

Научить студентов применять при изучении последующих дисциплин и в профессиональной деятельности знания об источниках и механизмах преобразования энергии в клетке.

**Задачи**:

Ознакомление студентов с современными теоретическими знаниями и последними научными достижениями превращения энергии в живых системах, структурно-функциональной организации клеточных мембран, об основных энергозапасающих и энергозатратных процессах и реакциях, протекающих внутри клеток и связанных с жизненно важными функциями организма; сформирование представления о возможностях применения полученных знаний биоэнергетики в профессиональной деятельности, что является неотъемным этапом развития профессиональных навыков и компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Образовательной программы по специальности «6М011300-Биология»

**Результаты обучения** **по модулю**

***Общие компетенции:***

**инструментальные:** Способность к анализу и синтезу полученных знаний по пройденной дисциплине «Методика преподавания биоэнергетики». Способность самостоятельно извлекать и анализировать информацию из литературных, базово-информационных, электронных источников. Способность к организации и планированию своего учебного процесса и решению проблем, связанных с ним;

 **межличностные:** Способность работать в группе, с выражением своего личного мнения и отношения к предмету и сокурсникам, с критическим осмыслением роли других и себя в команде, способность к самокритике.

 **системные:** Способность применять полученные знания на практике, проявлять инициативу, генерировать новые идеи и нести ответственность за предложенные проекты, управлять ими и доводить их до успешного результата.

***Предметные компетенции:***

 Полностью овладеть предметным материалом по пройденной дисциплине «Методика преподавания биоэнергетики» на продвинутом уровне с овладением новых методов исследования и представлением своего уровня овладения и осмысливания нового материала на семинарских занятиях, рубежных контролях и т.д.

**Структура курса:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Недели | Название темы/Название практического занятия | Часы | Темы СРС |
| 1 | **Лекция (Л).** Тема 1. Энергетика биосферы**Практ.** Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукцияферментов. |  | Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем. Метаболизм: понятие и функции. Макроскопический аспектметаболизма. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы. Круговороты N, C, Н2O.Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 2 | **Л**. Закономерности биоэнергетики и биомембраны**Практ.** Методы изучения и конструирования мембран. |  | Протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики (по В.П.Скулачеву). Мембраны: история изучения строения мембран, типы мембран в клетке и их функции, мембранные белки. Современные представления о структуре, стабильности и географии мембранных доменов. Разнообразие мембранных белков: структура, функции и локализация.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 3 | **Л**. Транспортные системы мембран**Практ.** Порины: структура, функции. |  | Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл), Ca-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл), регуляция активности АТФаз. Бактериальные фосфотрансферазы, периплазматические транспортные системы, вакуолярные Н-АТФазы. Транспортные (митохондриальные переносчики: АТФ/АДФ-транслоказа, переносчик фосфата, разобщающий белок) системы внутренней мембраны митохондрий: назначение и механизм функционирования. Транспортные системы, сопряженные с переносом электронов или с поглощением света: цитохромоксидаза, бактериородопсин. Каналы, поры, переносчики: понятия. Классификация транспортных белков, основанная на механизме их действия и энергетике. Первичные и вторичныеактивные переносчики. Каналы и поры: потенцил-зависимые Na- и Са-каналы, щелевые контакты, ядерные поровые комплексы.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. |
| 4 | **Л.** Катаболизм глюкозы**Практ.** Расстройства связанные с нарушением гликолиза |  | Гликолиз. Мобилизация запаса глюкозы из гликогена. Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика. Реакции гликолиза. Энергетический баланс гликолиза. Расстройства связанные с нарушением гликолиза. Цикл Кребса. Ферменты ЦЛК: функция, общая характеристика. Реакции ЦЛК.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 5 | **Л.** ЦПЭлектронов (ЭТЦ)**Практ.** Расстройства связанные с нарушением фосфорилирования. |  | Источники электронов для е-транспортной цепи. Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы. Окислительное фосфорилирование: АТФ-синтетаза, хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов, общая схема окислительного фосфорилирования и челночные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 6 | **Л.** Регуляция катаболизма глюкозы.**Практ.** Вторичные метаболические пути: пентозо-фосфатный путь, глиоксилатный цикл. |  | Схема регуляции. Регуляция гликолиза, ЦЛК. Регуляторные взаимосвязи катаболизмаглюкозы. Рассеяние энергии дыхания при терморегуляции. Полный энергетический баланс полного окисления молекулы глюкозы.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 7 | **Л.** Глюконеогенез**Практ.** Расстройства, связанные с нарушением глюконеогенеза. |  | Ферменты глюконеогенеза: функция, общая характеристика. Реакции глюконеогенеза. Субстраты для глюконеогенеза. Энергетический баланс глюконеогенеза.Формы представления результатов выполнения СРС: защита реферата и презентация |
| 8 | **Л.** Фотосинтез**Практ.** Фотодыхание у С3-, С4- и САМ-растений и их продуктивность |  | Общая схема и энергетический баланс, история изучения фотосинтеза, световая и темновая фазы фотосинтеза, пигменты и их роль, реакционный центр, фотосистемы, модель световых реакций, фотофосфорилирование, фотодыхание и их продуктивность.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 9 | **Л.** Эволюция биологических механизмов запасания энергии**Практ.** Общая схема и энергетический баланс фотосинтеза |  | Адениновый фотосинтез, бактериородопсиновый фотосинтез, хлорофильный фотосинтез зеленых серных, пурпурных и цианобактерий, дыхательное фосфорилирование.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 10 | **Л.** Энергетика движения**Практ.** Способы движения растений: внутриклеточные движения, локомоторные движения, рострастяжением, тургорные движения. |  | Строение и механизм работы молекулярного мотора бактерий. Энергетика мышечныхсокращений: строение мышечного волокна, модель скользящих нитей, рабочий циклактомиозинового комплекса. Кинезин, динеин: строение, функции.Формы представления результатов выполнения СРС: презентация |
| 11 | **Практ.** Контрольная работа |  | Экзамен |

**Контрольные вопросы к курсу «Методика преподавания биоэнергетики»**

1. Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем.

2. Метаболизм: понятие и функции.

3. Макроскопический аспект метаболизма.

4. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.

5. Круговороты N, C, Н2O.

6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.

7. Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция,

индукция ферментов.

8. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.

9. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке.

Химическая активность митохондрий.

10. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность

функционирования переносчиков электронов и протонов.

11. Окислительное фосфорилирование. Регуляция дыхания, разобщение и обменные

реакции.

12. Хемиосмотический механизм запасания энергии дыхания.

13. Циклическая светозависимая цепь фотосинтезирующих бактерий и нециклическая

светозависимая цепь зелёных бактерий.

14. Нециклическая светозависимая редокс-цепь хлоропластов и цианобактерий.

15. Светозависимый транспорт протонов бактериородопсина.

16. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.

Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.

17. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.

18. Транспорт адениновых нуклеотидов и фосфатных групп в митохондриях.

19. Системы переноса восстановительных эквивалентов в митохондриях. Регуляция потоков восстановительных эквивалентов.

20. Карнитин, как пример трансмембранного переносчика химической группировки.

21. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.

22. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.

23. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.

24. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.

25. Функции липидов и методы изучения их влияния на мембранные ферменты.

26. Законы биоэнергетики (В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.

27. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.

28. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и

географии мембранных доменов.

29. Общие представления о биологических мембранах. Молекулярная и мембранная биология. Функция мембран. Современные проблемы мембранологии.

30. Теория строения мембран. Матриксная функция мембран. Гетерогенность мембран.

Компоненты биологических мембран: липиды, белки, углеводороды, вода.

31. Мембранный транспорт. Перенос вещества через мембрану. Избирательная проницаемость мембран. Равновесие по разные стороны мембраны.

32. Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).

33. Мембранные системы транспорта: Ca-АТФаза (локализация, структура, реакционный

цикл).

34. Регуляция активности АТФаз.

35. Катаболизм глюкозы: общий взгляд.

36. Мобилизация запаса глюкозы из гликогена.

37. Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика.

38. Реакции гликолиза.

39. Энергетический баланс гликолиза.

40. Расстройства, связанные с нарушением гликолиза.

41. Ферменты цикла Кребса: функция, общая характеристика.

42. Реакции цикла Кребса.

43. Источники электронов для е-транспортной цепи.

44. Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы.

45. Окислительное фосфорилирование: АТФ-синтетаза, хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов.

46. Общая схема окислительного фосфорилирования.

47. Челночные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм

функционирования.

48. Расстройства связанные с нарушением фосфорилирования.

49. Схема регуляции катаболизма глюкозы. Регуляция гликолиза, цикла Кребса.

50. Рассеяние энергии дыхания при терморегуляции.

51. Полный энергетический баланс полного окисления молекулы глюкозы.

52. Ферменты глюконеогенеза: функция, общая характеристика.

53. Субстраты для глюконеогенеза.

54. Расстройства связанные с нарушением глюконеогенеза.

55. Фотосинтез общая схема и энергетический баланс.

56. История изучения фотосинтеза.

57. Световая и темновая фазы фотосинтеза.

58. Пигменты фотосинтеза и их роль, реакционный центр, фотосистемы.

59. Вторичные метаболические пути: пентозо-фосфатный путь, глиоксилатный цикл.

60. Эволюция биологических механизмов запасания энергии (по В.П.Скулачеву): "адениновый" фотосинтез, бактериородопсиновый фотосинтез, хлорофилльный фотосинтез зеленых серных, пурпурных и цианобактерий, дыхательное фосфорилирование.

61. Методы регистрации трансмембранной разности протонного потенциала.

62. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах.

63. Критерий самопроизвольности процесса.

64. Химическая природа хромофоров зрительных пигментов.

65. Липиды мембранного бислоя.

66. Интегральные и периферические белки.

67. Структурные перестройки мембран.

68. Фазовый переход в мембране. Динамика мембранных структур.

69. Искусственные мембраны. Мицеллы.

70. Взаимодействия, стабилизирующие мембраны.

71. Пространственная асимметрия биологических мембран. Домены.

72. Динамика биологических мембран. Флип-флоп переходы. Микровязкость и текучесть

мембран.

73. Методы исследования мембран.

74. Структура и функция транспортеров (белков-переносчиков) и ионных каналов.

Транспортные АТФ-азы.

75. Структура и функции клеточной стенки.

76. Способы регуляции активности мембран. Изменение жирнокислотного состава

мембранных липидов. Лиганд-рецепторные взаимодействия. Фосфорилирование мембранных белков.

77. Роль мембран в клеточной сигнализации. Рецепторы. Типы мембранных рецепторов.

78. Механизм действия гормонов. Пути трансдукции клеточного сигнала.

79. Олигомерные комплексы дыхательной цепи. Локализация ферментов и переносчиков электронов. Роль мембраны в сопряжении между окислением и фосфорилированием согласно хемоосмотической гипотезе Митчелла.

80. Понятие электрического, химического и электрохимического потенциала.

81. Транспортные системы, сопряженные с переносом электронов или с поглощением света: цитохромоксидаза, бактериородопсин.

82. Классификация транспортных белков, основанная на механизме их действия и энергетике.

83. Первичные и вторичные активные переносчики.

84. Каналы и поры: потенциалзависимые Na- и Са-каналы, щелевые контакты, ядерные

поровые комплексы.

85. Порины: структура, функции.

86. Транспорт белков через мембрану.

87. Ионофоры.

88. Транспортные (митохондриальные переносчики: АТФ/АДФ-транслоказа, переносчик

фосфата, разобщающий белок) системы внутренней мембраны митохондрий: назначение,

механизм функционирования.

89. Динамическое поведение мембранных систем и липидно-белковые взаимодействия

90. Мембраны эритроцитов.

91. Мембраны хлоропластов.

92. Внутренняя (цитоплазматическая) мембрана бактерий.

93. Разрушение клеток, разделение мембран. Критерии чистоты мембранных фракций.

94. Белки и липиды как основные компоненты мембран. Длинные углеводородные цепи мембраны.

95. Изменения липидного состава мембран в ответ на изменения условий окружающей среды.

96. Особенности пассивного и активного транспорта веществ через мембрану, явления эндо- и экзоцитоза.

97. Характеристика ионных каналов: ацетилхолиновый, натриевый, кальциевый.

98. Асимметрия мембран.

99. Трансмембранное и латеральное распределение мембранных компонентов.

100. Свойства, степень ассоциации и функции эритроцитарных мембранных белков.

101. Химическая модификация фосфолипидов.

102. Биологическое значение, классификация, изучение и регуляция каталитической

активности ферментов биологической мембраны, их отличия от растворимых ферментов.

103. Движения прокариотических организмов. Двигательная активность в мире эукариотов.

104. Энергетика мышечных сокращений: модель скользящих нитей.

105. Энергетика мышечных сокращений: рабочий цикл актомиозинового комплекса.

106. Биоэнергетические процессы при мышечной деятельности. Источники энергии мышечного сокращения.

**Темы рефератов**

1. Катаболизм и анаболизм.

2. Химические свойства и структурные особенности молекулы АТФ.

3. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы.

4. Тканевое дыхание. Образование ацетил-КоА из пирувата. Цикл Кребса.

5. Перенос электронов, окислительное фосфорилирование.

6. Жирные кислоты, белки и аминокислоты как источники энергии.

7. Биосинтез углеводов в животных тканях. Глюконеогенез. Биосинтез гликогена.

8. Фибриллярные белки, их функции и их вторичные структуры: α-кератин, β-фиброин шелка, коллаген.

9. Мембранные белки, особенности их строения и функции.

10. Бактериородопсин, фотосинтетический центр, порин. Каналы. Туннельный эффект.

11. Глобулярные белки. Упрощенное представление белковых структур. α- и β-слои.

12. Миелиновые мембраны.

13. Мембраны хлоропластов.

14. Внутренняя (цитоплазматическая) мембрана бактерий.

15. Асимметрия мембран.

16. Топография мембранных белков и использование протеаз для ее определения.

**Ключевые понятия дисциплины в системе знаний и компетенций:**

**Список литературы:**

**Основная:**

1. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс. Молекулярная биология клетки: Москва: Бином-Пресс, 2012. - 256 с.

2. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем; пер. с нем. проф. д.б.н. Л. В. Козлова под ред. к.х.н. П. Д. Решетова, Т. И. Соркиной.-4-е изд..-Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.-469 с.

3. Основы энзимологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений,

обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Биология", "Экология и природопользование", "Химическая технология и биотехнология", направления подготовки дипломированных специалистов "Биология, "Физиология", "Микробиология", "Биохимия", "Биоэкология" / В. К. Плакунов.-Изд. 2-е.-Москва: Логос, 2011.-126 с.

4. Черенкевич С.Н. Биологические мембраны: пособие для студентов высших учебных

заведений физических, биологических, биохимических, биотехнологических специальностей / С. Н. Черенкевич, Г. Г. Мартинович, А. И. Хмельницкий.-Минск: БГУ, 2009.-183 с.

5. Биохимия: учебно-методическое пособие / С. В. Борисова и др.; Федер. агентство по

образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. гос. технол.

ун-т".-Казань: КГТУ, 2008.-178 с.

6. Камкин А.Г. Физиология и молекулярная биология мембран клеток: учебное пособие для студентов медицинских вузов / А. Г. Камкин, И. С. Киселева.-Москва: Академия, 2008.-584 с.

7. Биохимия: учеб. для студентов мед. вузов / Под ред. Е. С. Северина.-3-е изд., испр.-Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2006.-779 с.

**Дополнительная:**

1. Ионные каналы возбудимой клетки: (структура, функция, патология) / А. Л. Зефиров, Г. Ф. Ситдикова; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. гос. мед. ун-т", Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. гос. ун-т, 2010.-271 с.

2. Фок М.В. Некоторые аспекты биохимической физики, важные для медицины / М. В.

Фок.-Москва: Физматлит, 2007.-125 с.

3. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами: учеб. пособие для студентов мед.

вузов / под ред. Е. С. Северина, А. Я. Николаева.-3-е изд., испр..-Москва: ГЭОТАР-Медиа,

2005.-441с.

4. Биофизика: Учеб. для студентов вузов / В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, В.И. Пасечник и др.; Под ред. В.Ф. Антонова.-Издание 2-е, испр. и доп..-Москва: ВЛАДОС, 2003.-287с.

5. Финкельштейн А.В. Физика белка: Курс лекций с цвет. и стереоскоп. ил.: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по биол. спец. / А.В.Финкельштейн, О.Б.Птицын; Ин-т белка РАН.-Издание 2-е, испр. и доп..-Москва: Книжный дом "Университет", 2002.-375с.

6. Рубин А.Б.. Биофизика. Т.2, Биофизика клеточных процессов: Учеб. для студентов биол. спец. вузов / А.Б.Рубин.-Москва: Книжный дом "Университет", 2000.-467с.

7. Денисова Н.А. Физика жизни / Н. А. Денисова.-Казань: Новое знание, 2006.-111 с.

8. Кольман Ян. Наглядная биохимия (справочное издание) / Я.Кольман, К.-Г.Рём; Пер. с нем. Л.В.Козлова и др.; Под ред. П.Д.Решетова, Т.И.Соркиной.-М.: Мир, 2000.-469с.

9. Проблемы регуляции в биологических системах: биофизические аспекты / под ред. А. Б. Рубина.-Москва; Ижевск: Регуляр. и хаотич. динамика: Ин-т компьют. исслед., 2007.-477 с

**Критерии оценки знаний и компетенций, баллы в %**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Контрольные работы (2) | 10 | *60* |
| Посещение и активность на семинарских занятиях | 30 |
| Индивидуальные задания (СРС) (5 баллов х 4 задания) | 20 |
| Промежуточный контроль (экзамен) |  | *40* |
| Форма проведения рубежных контролей - устно и промежуточного экзамена - в письменном виде |  |  |

**«6М011300» - «Методика преподавания биоэнергетики»**

**Шкала оценки знаний:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оценка по буквенной системе** | **Цифровой эквивалент баллов** | **%-ное содержание** | **Оценка по традиционной системе** |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I (Incomplete) | - | - | « Дисциплина не завершена»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P (Pass ) | - | 0-6065-100 | «Зачтено»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP (No Рass) | - | 0-290-64 | «Не зачтено»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| W (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»(*не учитывается при вычислении GPA)* |

**При оценке работы магистранта в течение семестра учитывается следующее:**

- посещаемость занятий;

- активное и продуктивное участие в практических занятиях;

- изучение основной и дополнительной литературы;

- выполнение СРМ;

- своевременная сдача всех заданий.

**За несвоевременную сдачу трех заданий СРМ выставляется оценка AW.**

**Политика академического поведения и этики:**

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРМ, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных заданий другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Магистрант, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

**Помощь:** за консультациями по выполнению СРМ, их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

Рассмотрено на заседании кафедры. Протокол № от 20 г.

**Зав. кафедрой, профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Т.Тулеуханов**

**Лекторы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.А.Шаповалов**