

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра биологии и биологической химии



А. М. Козина
2016 г.

ЭНЗИМОЛОГИЯ И БИОЭНЕРГЕТИКА

Учебный модуль для направления подготовки
06.03.01 – Биология

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УО

Л. Б. Даниленко
«18» 05 2016 г.

РАЗРАБОТАЛ:

доцент кафедры ББХ

В. В. Соловьев
«16» 05 2016 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 9

Зав. кафедрой ББХ

Н. Н. Максимюк
«18» 05 2016 г.

1 ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Целью изучения УМ является формирование у студентов компетентности в области энзимологии и биоэнергетики, направленной на решение задач в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Задачи, решение которых обеспечит достижение цели:

- получение студентами представлений о составе и молекулярной структуре ферментов;
- усвоение студентами условий и скорости действия ферментов, влиянии на них различных физических и химических факторов;
- формирование у студентов представлений о роли ферментов в осуществлении различных физиологических функций и регулировании действия ферментов в условиях живых организмов;
- привитие навыков проведения количественных анализов биологического материала с использованием ферментов.

2 МЕСТО УЧЕБНОГО МОДУЛЯ В СТРУКТУРЕ ОП

Модуль «Энзимология и биоэнергетика» в учебном плане для направления (специальности) 06.03.01–Биология входит в вариативную часть блока модулей по выбору, профиль «Биохимия».

Изучение курса базируется на знаниях, полученных при изучении модулей: «Биоорганическая химия», «Органическая химия и высокомолекулярные соединения», «Биологическая химия».

Знания, полученные при изучении данного курса, используются при освоении модулей: «Введение в биотехнологию», «Основы иммунологии и токсикологии», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

В результате изучения данного модуля, студент формирует и демонстрирует следующую профессиональную компетенцию:

ОПК-2: «Способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения».

Формирование этой компетенции позволяет выпускнику отвечать следующим требованиям. Он должен:

знать:

- общие представления о химическом и ферментативном катализе;
- молекулярные основы специфичности ферментов;
- принципы классификации и номенклатуры ферментов;
- кинетику действия ферментов;
- физико-химические аспекты влияния температуры и pH среды на активность ферментов;
- механизмы активации и ингибирования ферментов;
- принципы и методы определения активности ферментов;
- способы выделения и очистки ферментов;
- способы получения и применения иммобилизованных ферментов;

уметь:

- рассчитывать кинетические параметры ферментативных реакций;
- пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в ферментативных исследованиях;
- подбирать концентрации субстратов и условия проведения ферментативных реакций;

- определять активность ферментов в биологическом материале;
владеть:
- методиками проведения ферментативных исследований.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

4.1 Трудоемкость учебного модуля

УМ «Энзимология и биоэнергетика» в учебном плане для направления (специальности) 06.03.01–Биология изучается на третьем курсе (шестой семестр) очной формы обучения.

На изучение модуля по базовому учебному плану отводится 3 зачетные единицы (108 час.).

Распределение трудоемкости УМ

Учебная работа (УР)	Всего	Семестр	Коды формируемых компетенций
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	6	ОПК-2 (базовый уровень)
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108		
<i>УЭМ1Химическаяприродабиологическихкатализаторов</i>			
-лекции			
-практические занятия	13		
-лабораторные работы	14		
-аудиторная СРС, в т.ч.	-		
-внеаудиторная СРС	4		
	30		
<i>УЭМ2Ферментативныйкатализ</i>			
- лекции	14		
-практические занятия	13		
-лабораторные работы	-		
-аудиторная СРС, в т.ч.	5		
-внеаудиторная СРС	24		
Аттестация: зачет			

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ I Химическая природа биологических катализаторов

1. Введение

Энзимология, ее содержание и задачи. Биологическая роль ферментов. Развитие учения о ферментах. А.Я. Данилевский и А.Н. Бах – основоположники отечественной биохимии, их роль в развитии энзимологии. Работы Э. Фишера, Р. Вильштеттера, Л. Михаэлиса, Д. Самнера, Д. Нортропа. Современное состояние и перспективы развития энзимологии. Значение энзимологических исследований для медицины, промышленности, сельского хозяйства, биотехнологии и физико-химической биологии. Эволюция биологических катализаторов. Биологические катализаторы белковой и небелковой природы. Рибозимы. Абзимы. Общие и специфические свойства ферментов.

2. Химическая природа биологических катализаторов

Одно- и двухкомпонентные ферменты. Функции белковой и небелковой частей. Апоферменты. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структуры ферментов и методы исследования этих уровней структурной организации. Сверхвторичная структура и домены. Роль четвертичной структуры в регуляции ферментативной активности. Фолдинг ферментов, роль фолдаз и шаперонов в приобретении ферментом функционально активной пространственной укладки.

Кофакторы (коферменты и простетические группы), их классификация: нуклеотидного типа строения (НАД(Ф), ФМН, ФАД, КоА, НТФ, НДФС); производные витаминов (ТПФ, ПЛФ, ПМФ, дезоксиаденозилкобаламин, метилкобаламин, биотин, ТГФК), алифатического ряда (глутатион, липоевая кислота). Пирролохинолинхинон (РQQ) как кофактор. Металлоферменты, роль металлов в истинных металлосодержащих ферментах и ферментах, активируемых металлами; строение и типы организации железо-серных центров; металлофлавопротеины. Основные типы реакций и примеры ферментов с кофакторами перечисленных групп. Многокомпонентные кофакторы, примеры ферментов.

Активные центры ферментов. Каталитический и сорбционный (якорный) подцентры (сайты) активного центра, их функции. Формирование активного центра. Аминокислоты, входящие в активный центр. Методы установления структуры активных центров. Особенности микросреды активного центра. Примеры строения активных центров ряда ферментов: химотрипсина, карбоксипептидазы А и др.

Надмолекулярная организация ферментов. Мультиферментные комплексы. Мультиферментные конъюгаты (полифункциональные ферменты). Динамические ассоциаты. Метаболонны. Примеры. Взаимосвязь структуры и функции отдельных ферментов, а также их комплексов.

Химический синтез ферментов. Метод твердофазного синтеза.

3. Локализация ферментов

Конечная локализация ферментов в клетке, сигналы и механизмы внутриклеточного транспорта. Тканеспецифичные ферменты. Секретируемые ферменты, механизм секреции.

4. Выделение и очистка ферментов

Физико-химические свойства ферментов. Относительная молекулярная масса. Растворимость, гидратация, амфотерность ферментов, их изоэлектрическая точка (ИЭТ). Термостабильность. Оптические свойства ферментов.

Общие правила работы с ферментами. Способы гомогенизации объектов, компоненты среды гомогенизации, стабилизирующие ферменты. Экстракция: осаждение путем изменения температуры, pH, концентрации нейтральных солей (высаливание), органическими растворителями. Причины и степень обратимости осаждения. Хроматография и электрофорез: теоретические принципы методов, виды. Контроль заходом очистки ферментов, критерии чистоты ферментативного препарата. Хранение

ферментных препаратов. Лиофильная сушка.

5. Номенклатура и классификация ферментов

Принципы классификации ферментов. Международная система номенклатуры и классификации ферментов, ее значение. Рациональные (систематические) и рабочие (тривиальные) названия ферментов. Шифры ферментов. Характеристика отдельных классов, принципы деления на подклассы, представители.

УЭМ2 Ферментативный катализ

6. Механизм ферментативного катализа

Гетерогенный и гомогенный катализ. Причины высокой каталитической активности и избирательности действия ферментов. Снижение энергии активации в реакциях, катализируемых ферментами. Образование фермент-субстратного комплекса (ФСК, ES). Теория Фишера. Эффект сближения и ориентационный эффект. Топохимическое соответствие. Индуцированное соответствие фермента субстрату. Теория Кошлэнда. Полифункциональность и многостадийность ферментативного катализа. Поляризация и разрыв связей в субстрате. Сопряженный кислотно-основной катализ. Свободнорадикальный механизм протекания ферментативных реакций. Примеры механизма действия отдельных ферментов.

7. Кинетика ферментативных реакций

Скорость ферментативной реакции как мера активности фермента. Общая, удельная и молекулярная активность (число оборотов), единицы ферментативной активности. Односубстратные и двухсубстратные реакции. Механизмы протекания двухсубстратных реакций: пинг-понг (механизм двойного замещения), упорядоченный и неупорядоченный последовательный механизм. Способы установления механизма двухсубстратной реакции.

Основные методические приемы определения активности ферментов. Зависимость скорости ферментативной реакции от времени. Теория стационарного состояния. Влияние концентрации фермента и субстрата на начальную скорость реакции. Субстратная константа и константа Михаэлиса. Графические способы определения константы Михаэлиса методом Лайнуивера–Бэрка, Иди–Хофсти и др. Влияние pH и температуры на активность ферментов. Ингибиторы ферментов. Обратимое и необратимое ингибирование. Типы ингибирования: конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное, смешанное и методы их установления. Константа ингибирования. Субстратное ингибирование, ингибирование продуктом. Природные соединения межорганизменных взаимодействий и вещества антропогенного происхождения (лекарственные препараты, пестициды, отходы производств) как ингибиторы ферментов.

8. Регуляция ферментативной активности

Регуляция через изменение количества ферментов: контроль биосинтеза ферментов, компартментализация метаболических процессов. Проферменты (зимогенные формы ферментов). Регуляция каталитической активности путем ковалентной модификации ферментов. Мембранная регуляция. Изостерическая регуляция: кофактором, субстратом, продуктом реакции.

Аллостерическая регуляция. Регулирующее действие клеточных метаболитов. Кооперативные эффекты. Коэффициент Хилла. Кинетика аллостерических ферментов. Примеры аллостерической регуляции ферментов.

Множественные молекулярные формы ферментов (ММФФ), механизмы их образования и методы обнаружения. Изоферментная регуляция метаболизма. Спектры ММФФ как диагностический тест в клинической медицине.

Каскадный механизм активации ферментов. Белок – белковые взаимодействия в регуляции ферментативной активности.

9. Применение ферментов

Ферменты в научно-исследовательской работе (рестриктазы, селективные протеазы и др.). Ферменты в медицине. Энзимодиагностика. Энзимотерапия: лекарственные средства на основе ферментов, проблема их адресной доставки к органу-мишени. Белковая инженерия в повышении эффективности лечения заболеваний. Ферменты в промышленности. Применение ферментов в пищевой, текстильной, кожевенной промышленности, в производстве полимерных материалов, при утилизации отходов производства, а также в быту. Инженерная энзимология. Имобилизованные ферменты. Имобилизация ферментов как путь повышения их стабильности и расширения возможностей использования. Способы иммобилизации. Применение иммобилизованных ферментов. Биосенсоры с ферментативным компонентом: общие принципы строения и функционирования. ИФА.

4.3 Темы и содержание практических занятий

УЭМ1 Химическая природа биологических катализаторов

1. Биологические катализаторы белковой и небелковой природы. Общие и специфические свойства ферментов.
2. Кофакторы (коферменты и простетические группы), их классификация: нуклеотидного типа строения (НАД(Ф), ФМН, ФАД, КоА, НТФ, НДФС); производные витаминов (ТПФ, ПЛФ, ПМФ, дезоксиаденозилкобаламин, метилкобаламин, биотин, ТГФК), алифатического ряда (глутатион, липоевая кислота). Пирролохинолинхинон (РQQ) как кофактор.
3. Тканеспецифичные ферменты.
4. Выделение и очистка ферментов.
5. Номенклатура и классификация ферментов.

УЭМ2 Ферментативный катализ

1. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Характеристика кинетических констант.
2. Методы определения K_m и V_{max} . Метод Лайнуивера-Берка. Метод Хайнса-Вульфа. Метод Иди-Хофсти. Метод Эйзенталя и Корниш-Боудена.
3. Ингибиторы ферментов. Конкурентное ингибирование. Неконкурентное ингибирование.
4. Ферменты, не подчиняющиеся кинетике Михаэлиса-Ментен. Методы определения коэффициента Хилла. Определение коэффициента крутизны Кошланда.

4.4 Организация изучения учебного модуля

Согласно плану. Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм, проведению учебных занятий по освоению каждой темы даются в Приложении А.

5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества усвоения модуля используются следующие формы контроля:

- *текущий*: осуществляется регулярно в течение всего семестра; предполагает контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с источниками.
- *рубежный*: проводится на девятой неделе семестра; предполагает использование педагогических тестовых материалов для аудиторного контроля теоретических знаний; учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, и за систематичность работы.
- *семестровый*: осуществляется по окончании изучения УМ посредством выставления суммарных баллов за весь период изучения дисциплины и оценки (дифференцированный зачет).

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В).

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

При изучении курса рекомендуется широко использовать наглядные пособия (плакаты, макеты и т.д.), презентации лекций.

Приложения (обязательные)

- А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля.
- Б – Технологическая карта.
- В – Карта учебно-методического обеспечения УМ.

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Энзимология и биоэнергетика»

1 Общие методические рекомендации по освоению учебного модуля

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое, контекстное обучение, развивающее обучение, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, лекция-презентация, проблемная лекция);
- практические (работы в малых группах, обсуждение конкретных ситуаций, использование видеоматериалов);
- исследовательские (решение задач; анализ и экспертное оценивание результатов);
- активизации творческой деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, дискуссия, решение задач и обсуждение результатов);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов) (работа с источниками по темам дисциплины, моделирование процессов, создание словаря терминов по материалам модулей, подготовка презентаций по темам домашних работ).

Используются информационные технологии при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

Формы проведения лекционно-практических занятий по УМ представлены в таблице.

Модуль, раздел (тема)	Форма проведения
<i>УЭМ1. Химическая природа биологических катализаторов</i>	
1.1 Введение	Вводная лекция; проблемная лекция. Семинар. Дискуссия.
1.2 Химическая природа биологических катализаторов	Проблемная лекция. Семинар. Дискуссия.
1.3 Локализация ферментов	Проблемная лекция. Семинар. Дискуссия.
1.4 Выделение и очистка ферментов	Проблемная лекция. Семинар. Дискуссия.
1.5 Номенклатура и классификация ферментов	Проблемная лекция. Семинар. Дискуссия
<i>УЭМ2. Ферментативный катализ</i>	
2.1 Механизм ферментативного катализа	Проблемная лекция. Лабораторная работа в малых группах. Обсуждение конкретной ситуации. Решение задач. Дискуссия
2.2 Кинетика ферментативных реакций	Проблемная лекция. Лабораторная работа в малых группах. Обсуждение конкретной ситуации. Решение задач. Дискуссия

2.3 Регуляция ферментативной активности	Проблемная лекция. Лабораторная работа в малых группах. Обсуждение конкретной ситуации. Решение задач. Дискуссия
2.4 Применение ферментов	Проблемная лекция. Лабораторная работа в малых группах. Обсуждение конкретной ситуации. Решение задач. Дискуссия

2 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Тематическая программа разделов лекционного блока включает вопросы, по которым студенты имеют начальную подготовку в объеме материала по модулям «Биоорганическая химия», «Органическая химия и ВМС». В связи с этим лекционный материал предпочтительно организовать в виде использования следующих образовательных технологий:

- ✓ знал – узнал – хотел бы узнать;
- ✓ информационная лекция;
- ✓ лекция-презентация;
- ✓ лекция-дискуссия;
- ✓ проблемная лекция.

Знал – узнал – хотел бы узнать (ЗХУ)

Эта стратегия подразумевает наглядный процесс работы с информацией и очень удобна для организации обратной связи с преподавателем. Условием полноценности работы таким методом является обсуждение и сверка результатов. Такая работа выполняет установочную функцию на возможность дальнейшей самостоятельной исследовательской работы.

Информационная лекция

Информационная лекция используется при изучении таких тем, которые требуют создания ориентировочной базы для организации последующих интерактивных способов обучения и усвоения необходимого материала. В ходе информационной лекции студентам предполагается изложить необходимые сведения по теме, которые подлежат запоминанию и осмыслению, а также дальнейшему использованию во время подготовки к практическим занятиям.

Лекция-презентация

Темы, которые информационно насыщены и содержат множество теоретических положений, рекомендуется преподавать с помощью лекции-презентации, позволяющей активно использовать различные схемы, таблицы, позволяющие скомпоновать и наглядно представить сложный теоретический материал на слайдах. С помощью информационных технологий и мультимедийного оборудования существует возможность применять в процессе обучения графические, схематические и иные способы организации учебного материала и тем самым увеличить возможности образовательного эффекта. Кроме того, лекция-презентация предоставляет возможность наглядно продемонстрировать визуальные элементы и объекты.

Лекция-дискуссия

Лекция-дискуссия используется в учебном процессе при изучении темы, которая требует непосредственного контакта студента с тематикой и глубокого ее осмысления. Темой для лекции-дискуссии должен быть такая проблема, которая не имеет однозначной оценки, которой посвящен спектр научных объяснений и альтернативных вариантов ее разрешения. Кроме того, рекомендуется использовать такого рода лекцию в освещении темы, имеющей непосредственное отношение к современной ситуации, затрагивающей профессиональные и общекультурные взгляды студентов.

Проблемная лекция

Использование в занятиях лекционного типа проблемного обучения ставит целью увеличить способы активного постижения учебного материала, что позволяет в итоге повысить мотивацию обучения студентов. В такого рода лекциях используется принцип проблемности, что позволяет стимулировать студентов к активной познавательной деятельности.

2.1 Вопросы для самоподготовки

УЭМ 1. Химическая природа биологических катализаторов

1. Принцип образования и свойства основных видов химических связей.
2. Структурная организация белков.
3. Роль ферментов в живых системах.
4. Структура и функции биомембран.
5. Получение ферментов в очищенном виде.
6. Коферментная функция витаминов.

УЭМ 2. Ферментативный катализ

7. Методы определения активности ферментов.
8. Применение ферментов в медицинской практике.
9. Применение ферментов в пищевой, текстильной, кожевенной промышленности.
10. Применение ферментов в производстве полимерных материалов.
11. Применение ферментов при утилизации и детоксикации отходов производств.

2.2 Литература, рекомендуемая для освоения теоретической части модуля:

1. Варфаломеев С. Д. Химическая энзимология. - М.: Академия, 2005. - 476 с.
2. Биссвангер Ханс. Практическая энзимология. - М.: БИНОМ, 2010. - 328 с.

3 Методические рекомендации по практической части учебного модуля

Для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности обобщать знания и применять их при решении конкретных задач используется практическая работа, которая может включать задания построения схемы, таблицы и т.д.

Проведение семинаров с использованием проблемной ситуации ставит целью увеличить способы активного постижения учебного материала, что позволяет в итоге повысить мотивацию обучения студентов.

3.1 Литература, рекомендуемая для освоения практической части модуля:

1. Рогожин В. В. Практикум по биохимии: учеб. пособие для вузов / В. В. Рогожин. - СПб.: Лань.
2. Ченкели В. А. Биотехнология. - СПб.: Проспект науки, 2014.

4 Рекомендации по использованию ФОС при освоении модуля

Формы контроля качества освоения студентами программы дисциплины:

1. *Наблюдение за учебной работой.* Этот метод позволяет составить представление о том, как воспринимается и осмысливается изучаемый материал, студенты проявляют сообразительность и самостоятельность практических умений и навыков.
2. *Практические работы и семинарские занятия.* Для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности применять знания при решении конкретных задач используется практическая работа.

3. *Контрольные работы.* После прохождения отдельных тем или разделов учебной программы преподаватель проводит в письменной форме проверку и оценку знаний, умений и навыков учащихся.
4. *Самостоятельная работа.* Самостоятельная работа над домашними заданиями и творческого характера позволяет не только проверить определенные знания, умения, но и развивать творческие способности учащихся.
5. *Зачет.* Проводится для определения достижения конечных результатов обучения путем суммирования оценок текущей успеваемости и устного опроса.

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

- *текущий:* контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с источниками, подготовки к лабораторным работам, выполнения лабораторных работ.
- *семестровый:* осуществляется посредством зачета и суммарных баллов за период изучения первого и второго модулей (зачет).

4.1 Оценка практических работ и семинаров.

Оценка «5» ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочётов.

Оценка «4» ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочёта, не более трёх недочётов.

Оценка «3» ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочётов, не более одной грубой ошибки и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочётов, при наличии 4-5 недочётов.

Оценка «2» ставится, если число ошибок и недочётов превысило норму для оценки «3» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Технологическая карта дисциплины с оценкой различных видов учебной деятельности по этапам контроля приведена в приложении Б.

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины:

- пороговый (оценка «удовлетворительно») – 75-104 б.
- стандартный (оценка «хорошо») – 105-134 б.
- эталонный (оценка «отлично») – 135-150 б.

Критерий	В рамках формируемой компетенции ОПК-2 студент демонстрирует:
Пороговый	– знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; – среднее качество выполнения учебных заданий; – средний уровень мотивации учения.
Базовый	– полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; – недостаточную сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); высокий уровень мотивации учения.

Технологическая карта
учебного модуля «Энзимология и биоэнергетика»
направления подготовки 06.03.01 – Биология

Семестр 6 ЗЕТ 3, вид аттестации зачет, акад. часов 108, баллов рейтинга 150

Наименование элемента учебной работы	Номер недели	Всего ауд. часов	Трудоемкость, ак.час				Форма тек. контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Мах кол-во баллов рейтинга
			Контактная работа (аудиторные занятия)			СРС		
			ЛЕК	ПЗ	АСРС			
УЭМ 1 Химическая природа биологических катализаторов	1-7	27	13	14	4	27	С-1 С-2 С-3 С-4 С-5	17 17 17 17 17
УЭМ 2 Ферментативный катализ	8-14	27	14	13	5	27	ПЗ 6 ПЗ7 ПЗ8 ПЗ9	17 17 17 14
Итого		54	27	27	9	54		150
Итоговая аттестация: зачет								-

В соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

- оценка «отлично» – 90-100 % от $50 \times 3 = 135-150$ б.
- оценка «хорошо» – 70-89% от $50 \times 3 = 105-134$ б.
- оценка «удовлетворительно» – 50-69% от $50 \times 3 = 75-104$ б.

Приложение В
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения

Модуля «Энзимология и биоэнергетика»

Направление 06.03.01– Биология

Формы обучения – очная

Курс 3, семестр 6

Всего часов – 108 ч., лекций – 27, практ.зан. –27, лаб. раб. – ,СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) – 54, зачет.

Обеспечивающая кафедра – биологии и биологической химии

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Варфаломеев С. Д. Химическая энзимология.- М.: Академия, 2005.- 476 с.	15	
2 БиссвангерХанс. Практическая энзимология.- М.: БИНОМ, 2010.- 328 с.	5	
Учебно-методические издания		
1 Рабочая программа дисциплины /Соловьев В. В.. - В. Новгород, НовГУ, 2016.		
2 Рогожин В. В. Практикум по биохимии : учеб.пособие для вузов / В. В. Рогожин. - СПб. : Лань, 2013.539 с.	5	
3 Чхенкели В. А. Биотехнология.- СПб.: Проспект науки, 2014.- 334 с.	2	

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Естественнонаучный образовательный портал	http://www.en.edu.ru/	
Сайт «Биология и медицина»	http://www.medbiol.ru/	
Федеральный портал «Российское образование»	http://www.edu.ru/	
Интернет-тренажёры в сфере образования	http://www.i-exam.ru/	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии - Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology / авт.: Э. Эйткен [и др.]; ред. К. Уилсон, Дж. Уолкен. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с.	2	
2. Биохимия с упражнениями и задачами: учеб.для вузов / авт. коллектив: Е. С. Северин [и др.]; под.ред. Е. С. Северина. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 380, [1] с.: ил.	20	
3. Биохимия: задачи и упражнения для самостоятельной работы студентов : учеб. пособие для вузов / Под ред. А.С.Конищева. - М. : Колос, 2007. - 139с.	6	

Действительно для учебного года: 2016-2017, 2017-2018

Зав. кафедрой ББХ _____ Н. Н. Максимюк

СОГЛАСОВАНО:

Зав. отделом НБ НовГУ _____ Е. П. Настуняк