

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет"**

Факультет естественных наук

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЕН НГУ, профессор

_____ Резников В.А.

« ____ » _____ 2014 г.

Гормоны в фило- и онтогенезе для биологов

Программа лекционного курса и самостоятельной работы студентов

020400 Биология (бакалавриат)

Курс 3-й, VI семестр

Учебно-методический комплекс

Новосибирск 2014

Учебно-методический комплекс предназначен для студентов III курса факультета естественных наук, направление подготовки 020400 «Биология (бакалавриат)». В состав пособия включены: программа курса лекций, структура курса. Кроме того, приведен список учебной литературы для самостоятельной работы.

Составитель

Дыгало Н.Н., проф.

© Новосибирский государственный университет,
2014

Содержание

Аннотация рабочей программы	4
1. Цели освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в структуре ООП.....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Гормоны в фило- и онтогенезе»	5
4. Структура и содержание дисциплины	6
5. Виды учебной работы и образовательные технологии, используемые при их реализации	12
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства текущего и промежуточного контроля успеваемости по итогам освоения дисциплины.....	12
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. Список основной литературы.....	15
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Гормоны в филогенезе и онтогенезе» относится к вариативной части профессионального цикла ООП раздел альтернативные спецкурсы по направлению «020400 БИОЛОГИЯ» (квалификация (степень) бакалавр). Дисциплина реализуется на Факультете естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Новосибирский национальный исследовательский государственный университет" (НГУ) кафедрой физиологии.

Содержание дисциплины включает в себя знакомство с современными представлениями о процессах, выдвинувших разнообразные по структуре, размерам, физико-химическим свойствам, способам и местам синтеза, а также механизмам действия молекулы на роль гормонов, нейротрансмиттеров, тканевых факторов, а также о закономерностях формирования в эволюции и онтогенезе сложно организованной нейроэндокринной системы. Эти сведения дают основу для понимания функции сигнальных молекул, закономерности сформированного в процессе эволюции механизма их действия, и, следовательно, более эффективно применять гормоны, нейротрансмиттеры и тканевые факторы, а также вещества, имитирующие их действие в практических целях.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общекультурных компетенций: ОК-3, ОК-4; профессиональных компетенций: ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, контрольные опросы, консультации, подготовка и сдача дифференцированного зачета, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

1.4. Формы контроля.

Текущий контроль. В ходе прослушивания курса студенты отвечают на контрольные вопросы.

Итоговый контроль. Для контроля усвоения дисциплины учебным планом предусмотрен устный дифференцированный зачет. Преподаватель оценивает знания курса по четырехбалльной системе (от «удовлетворительно» до «отлично»).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы. Всего 72 академических часа. Программой дисциплины предусмотрены 26 часов лекционных, 20 часов прохождения контрольных точек в течение семестра (контрольные опросы и дифференцированный зачет), а также 26 часов самостоятельной работы студентов.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Гормоны в фило- и онтогенезе» предназначена для формирования у слушателей современных молекулярно-физиологических представлений о целостности системы гуморальных регуляторов в эволюционном и онтогенетическом развитии.

Основной целью освоения дисциплины является приобретение студентами знаний о молекулярных механизмах трансдукции сигналов гормонов, нейротрансмиттеров и тканевых факторов, возникновении и формировании этих механизмов в ходе эволюции, а также их значении в индивидуальном развитии организма.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса: ознакомить слушателей с основами молекулярной физиологии сигнальных молекул и их рецепторов; сформировать системные представления о молекулярно-генетической и эволюционно-онтогенетической организации гуморальной регуляторной системы; продемонстрировать применение этих принципов организации структурно-функциональной системы гуморальных сигналов для анализа регуляторных эффектов гормонов, нейротрансмиттеров и тканевых факторов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гормоны в фило- и онтогенезе» относится к вариативной части профессионального цикла ООП раздел альтернативные спецкурсы по направлению подготовки «020400 БИОЛОГИЯ (бакалавриат)».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Гормоны в фило- и онтогенезе»:

общекультурные компетенции:

- *приобретает новые знания и формирует суждения по научным, социальным и другим проблемам, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-3);*
- *выстраивает и реализует перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования (ОК-4).*

профессиональные компетенции:

- *демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем (ПК-3);*

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Иметь представление** о формировании механизмов сигнальной трансдукции в филогенезе и их значении для индивидуального развития организма.
- **Знать** основы молекулярной физиологии сигнальных молекул и их рецепторов; молекулярно-генетическую и эволюционно-онтогенетическую организацию гуморальной регуляторной системы.
- **Уметь применять** сведения о молекулярно-генетической и эволюционно-онтогенетической организации системы гуморальных сигналов для анализа регуляторных эффектов гормонов, нейротрансмиттеров и тканевых факторов.

Формы контроля

Итоговый контроль. Для контроля усвоения дисциплины учебным планом предусмотрен дифференцированный зачет.

Текущий контроль. В ходе лекций проводится беглый опрос, позволяющий оценить степень усвоения материала и необходимость дополнительного разъяснения разделов, вызвавших затруднение у студентов.

4. Структура и содержание дисциплины

Новизна и актуальность курса. Курс является оригинальным для отечественных и, насколько нам известно, для зарубежных университетов. В нем впервые на современном молекулярно-физиологическом уровне реализована идея единства организма в его историческом и индивидуальном развитии, заложенная в мировую науку выдающимся российским эволюционистом И.И. Шмальгаузенем. Отдельные курсы эволюционной, возрастной и молекулярной эндокринологии преподаются во многих отечественных и зарубежных вузах. Эти курсы, как правило, сконцентрированы на изучении лишь гормонов в их классическом понимании и не касаются двух других важнейших типов молекул межклеточной сигнализации: нейротрансмиттеров и тканевых факторов. Лишь синтез молекулярной, эволюционной и онтогенетической компонент при рассмотрении всех основных типов сигнальных молекул в данном курсе создает основу для целостного, обоснованного естественными причинами изложения и понимания процессов возникновения систем гуморальной регуляции в эволюции, а также молекулярно-генетической и эволюционно-онтогенетической организации системы гуморальных сигналов. Актуальность курса следует из ключевого значения системы межклеточной сигнализации для существования многоклеточных

организмов и прогрессивной эволюции. После появления эукариот и возникновения первых многоклеточных организмов процесс формообразования и прогрессивная эволюция претерпели существенное ускорение. При этом кардинального усложнения геномов, которое напрямую соответствовало бы степени усложнения строения организма и его взаимодействий со средой фактически не наблюдается. Так, круглый червь - нематода, состоящий менее чем из 1000 клеток, имеет в своем геноме 19000 генов тогда как существенно более сложный организм - муха дрозофила – лишь примерно 13000 генов. Т.е. основой прогрессивной эволюции на стадии многоклеточных организмов является, очевидно, усложнение регуляторных связей между имеющимися генами, нежели непосредственное увеличения числа генов с новыми функциями. Внутриклеточные механизмы регуляторных межгенных взаимодействий эволюционировали, начиная с первых одноклеточных живых организмов, и в своих основных чертах сходны с теми, которыми располагают современные многоклеточные формы. Ключевым приобретением, собственно и сделавшим возможным появление многоклеточных организмов, явилось возникновение систем межклеточной сигнализации, которые запускают изменение структуры и функции отдельной клетки в русле потребностей целого многоклеточного организма. Поэтому изучение процесса возникновения систем межклеточной сигнализации и их влияния на эволюционный прогресс путем действия в онтогенезе, предлагаемое в данном курсе, является оригинальным и актуальным.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы. Всего 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль	
1.1	Значение систем сигнальной трансдукции для живых организмов. Системы сигнальной трансдукции бактерий	6	1	2			1	1	
1.2	Гены сигнальной трансдукции современных организмов	6	2-4	6			5	1	Контрольный опрос

1.3	Процессы, изменяющие системы сигнальной трансдукции в эволюции	6	5	2			1	0,5	
1.4	Возникновение в эволюции систем сигнальной трансдукции	6	6	2			1	0,5	
1.5	Приобретение молекулой сигнальной функции - возникновение гормонов	6	7-8	4			3	1	Контрольный опрос
1.6	Закономерности эволюции эндокринной системы	6	9	2			1	0,5	
1.7	Продолжение эволюции эндокринной регуляции у современных организмов. Новый гормон приматов	6	10	2			2	0,5	
1.8	Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе	6	11-13	6			2	1	Контрольный опрос
							10	14	Дифференциальный зачет
	ИТОГО по курсу			26			26	20	

Рабочий учебный план

Неделя	Темы занятий
февраль 3-я неделя	Лекция 1. Значение систем сигнальной трансдукции для живых организмов. Системы сигнальной трансдукции бактерий. Повышение роли генов сигнальной трансдукции в ходе эволюции. Повышение роли генов сигнальной трансдукции в ходе эволюции.
4-я неделя	Лекция 2. Основные типы рецепторов сигнальных молекул. Рецепторы, сопряженные с G-белками (G-protein coupled receptors – GPCRs)
5-я неделя	Лекция 3. Основные типы рецепторов сигнальных молекул. Рецепторы, обладающие ферментативной активностью. Управляемые лигандами ионные каналы (Ligand-Gated Ion Channels – LGICs).
март 2-я неделя	Лекция 4. Основные типы рецепторов сигнальных молекул. Активируемые лигандами факторы транскрипции (ядерные рецепторы -nuclear receptors - NR). Контрольный опрос 1.
3-я неделя	Лекция 5. Процессы, изменяющие системы сигнальной трансдукции в эволюции. Увеличение генома. Мутации. Отбор.
4-я неделя	Лекция 6. Возникновение в эволюции систем сигнальной трансдукции. Время появления основных типов рецепторов сигнальных молекул. Закономерное появление систем сигнал-рецептор в эволюции. Проблема «неснижаемой сложности».

5-я неделя	Лекция 7. Приобретение молекулой сигнальной функции -возникновение гормонов. Адаптивный «смысл» информации, заключенной во взаимодействии сигнальной молекулы с рецептором. Гуморальный код.
6-я неделя	Лекция 8. Приобретение молекулой сигнальной функции -возникновение гормонов. Сценарий приобретения сигнальной функции стероидами. Сценарий приобретения сигнальной функции йодированными тиронинами. Логика «Гуморального кода» в процессах приобретения сигнальной функции производными аминокислот и молекулами пептидно-белковой природы.
апрель 1-я неделя	Лекция 9. Закономерности эволюции эндокринной системы. Формирование эндокринных желез. Формирование многоуровневых нейроэндокринных систем.
2-я неделя	Лекция 10. Продолжение эволюции эндокринной регуляции у современных организмов. Новый гормон приматов. Контрольный опрос 2.
3-я неделя	Лекция 11. Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе. функции гуморальных факторов в онтогенезе позвоночных.
4-я неделя	Лекция 12. Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе. Морфогенетическое, программирующее последующие свойства и функции взрослого организма действие гормонов в раннем онтогенезе. Критические периоды развития.
4-я неделя	Лекция 13. Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе. Длительные последствия нарушения нормального гормонального баланса в развивающемся организме, вызываемые стрессом и вредными факторами среды, для здоровья и психосоматических функций человека и животных. Контрольный опрос 3. Дифференциальный зачет

Программа курса лекций

Значение систем сигнальной трансдукции для живых организмов. Системы сигнальной трансдукции бактерий. Повышение роли генов сигнальной трансдукции в ходе эволюции. "Простая" гуморальная регуляция: активация субстратом и ингибирование продуктом реакции. "Сложная" гуморальная регуляция: межклеточные взаимодействия при посредстве сигнальных молекул. Системы гистидинпротеинкиназ бактерий;

рецепторы фототаксиса бактерий, половой пептидный феромон одноклеточных грибов; половой стероид одноклеточных грибов; агрегация миксомицетов; ответы одноклеточных эукариот на сигнальные молекулы высших животных.

Повышение роли генов сигнальной трансдукции в ходе эволюции. Основные типы рецепторов сигнальных молекул. Рецепторы, сопряженные с G-белками (G-protein coupled receptors – GPCRs). Рецепторы, обладающие ферментативной активностью. Управляемые лигандами ионные каналы (Ligand-Gated Ion Channels – LGICs). Активируемые лигандами факторы транскрипции (ядерные рецепторы -nuclear receptors - NR). Структура и функция рецепторов, сопряженных с G-белком; обладающих протеинкиназной активностью; рецепторов, управляющих транскрипцией; управляемых лигандом ионных каналов.

Наиболее распространенные типы сигнальных молекул, их образование и секреция: белки и пептиды; производные аминокислот; стероиды; циклический аденозинмонофосфат и другие «негормональные» межклеточные сигналы.

Семейства генов пептидных и белковых гормонов и тканевых факторов; семейства генов ферментов синтеза стероидов и биогенных аминов; семейства генов родопсинподобных сопряженных с G-белком рецепторов; семейства генов рецепторов, обладающих протеинкиназной активностью; семейство генов внутриклеточных рецепторов, функционирующих как факторы транскрипции;

Взаимодействие лиганда с рецепторами: множественные рецепторы лиганда, принадлежащие к одному или разным семействам. Естественная изменчивость и экспериментальный мутагенез генов гормонов, ферментов их синтеза и рецепторов. Современные представления о формировании в эволюции семейств гормонов, ферментов их синтеза и рецепторов.

Процессы, изменяющие системы сигнальной трансдукции в эволюции. Увеличение генома. Мутации. Отбор.

Возникновение в эволюции систем сигнальной трансдукции. Время появления основных типов рецепторов сигнальных молекул. Закономерное появление систем сигнал-рецептор в эволюции. Проблема «неснижаемой сложности».

Приобретение молекулой сигнальной функции -возникновение гормонов. Адаптивный «смысл» информации, заключенной во взаимодействии сигнальной молекулы с рецептором. Гуморальный код.

Приобретение молекулой сигнальной функции -возникновение гормонов. Сценарий приобретения сигнальной функции стероидами. Сценарий приобретения сигнальной функции йодированными тиронинами. Логика «Гуморального кода» в процессах приобретения сигнальной функции производными аминокислот и молекулами пептидно-белковой

природы. Изменчивость регуляторных функций молекул в филогенезе. Расширение регуляторных функций гормонов в филогенезе. Утрата гормоном эффектов, потерявших приспособительное значение. Роль естественного отбора в формировании, сохранении и изменении регуляторных функций сигнальных молекул.

Образование в эволюции специализированных органов, продуцирующих гормоны и формирование нейроэндокринной системы. Закономерности эволюции эндокринной системы. Формирование многоуровневых нейроэндокринных систем.

Продолжение эволюции эндокринной регуляции у современных организмов. Новый гормон приматов.

Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе. функции гуморальных факторов в онтогенезе позвоночных.

Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе. Морфогенетическое, программирующее последующие свойства и функции взрослого организма действие гормонов в раннем онтогенезе. Критические периоды развития.

Сигнальные молекулы, их эффекты и рецепторы в онтогенезе. Присутствие гормонов и их рецепторов в яйцеклетке; смена функции гуморальных факторов в онтогенезе позвоночных: регуляторы дробления, тканевые факторы, локальные гормоны, циркулирующие в кровотоке гормоны дефинитивных эндокринных желез. Изменения уровней гормонов и их рецепторов в онтогенезе. Закономерности формирования эндокринных желез и систем в онтогенезе млекопитающих. Морфогенетическое, программирующее последующие свойства и функции взрослого организма действие гормонов в раннем онтогенезе. Критические периоды развития. Генетическая и гормональная фазы формирования пола в онтогенезе млекопитающих; биологические основы формирования би- и гомосексуальности;

Длительные последствия нарушения нормального гормонального баланса в развивающемся организме, вызываемые стрессом и вредными факторами среды, для здоровья и психосоматических функций человека и животных.

Структурно-функциональная организация механизмов взаимодействия гормональных систем при обеспечении адаптивных реакций организма на примере гипоталамо-гипофизарно-гонадной, гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной, нейрогипофизарной систем и гастро-исулярной оси. Естественная структурно-функциональная система гуморальных сигналов и ее применение для анализа регуляторных эффектов гормонов.

5. Виды учебной работы и образовательные технологии, используемые при их реализации.

Основной вид учебной работы – лекция.

На первой лекции студенты получают подробную информацию о целях и задачах курса, о структуре курса и об основных блоках, входящих в лекционный материал, план работы на семестр. Таким образом, студент на первом занятии может представить себе предстоящий объем работы и в последующем грамотно спланировать работу в семестре. Лекции проводятся в стандартной форме, сопровождаются мультимедийными презентациями. Все презентации выкладываются на сайт кафедры. Студентам разрешается задавать вопросы по ходу лекции. Часть каждой лекции проводится в интерактивной форме. Прежде чем изложить материал, основанный на результатах эксперимента или научного поиска, студентам предлагается самим смоделировать эксперимент для ответа на заданный вопрос или для решения конкретной проблемы. Дискуссии поощряются.

В ходе учебной работы проводятся две контрольные работы в виде тестов, состоящих из вопроса и нескольких ответов, один из которых правильный, или из одного основного вопроса, требующего конкретного краткого ответа. Контрольные работы проводятся после 3ей и 9ой лекций.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства текущего и промежуточного контроля успеваемости по итогам освоения дисциплины.

*Примерный вариант контрольных вопросов (в виде опроса)
для текущего контроля:*

1. Опишите структурные особенности рецепторов, сопряженных с G-белком.
2. Каковы основные этапы трансдукции сигнала рецепторами, сопряженными с G- белками?
3. Опишите структуру рецепторов, обладающих протеинкиназной активностью.
4. Как функционируют рецепторы, обладающие протеинкиназной активностью?
5. Какие структурные домены обеспечивают функцию рецепторов, управляющих транскрипцией?
6. каких организмов цАМФ выполняет функцию межклеточной коммуникации?

7. Почему сигнальные функции ряда молекул сохраняются неизменными на протяжении всего периода их участия в сигнальной трансдукции в филогенезе?
8. Каковы механизмы формирования семейств сигнальных молекул и их рецепторов в эволюции?
9. Какие процессы изменяют сигнальную функцию молекул в филогенезе?
10. Каковы особенности действия сигнальных молекул в раннем онтогенезе?
11. В чем состоят особенности критических периодов развития по сравнению с другими периодами онтогенеза?
12. Приведите примеры совместного повышения уровня в крови гормонов «антагонистов». В чем состоят адаптивная реакция организма и регуляторные эффекты гормонов «антагонистов» при совместном повышении их уровня в крови?

Образцы вопросов для подготовки к экзамену

Билет № 1.

1. Структура и функция рецепторов, сопряженных с G-белком.
2. Изменчивость регуляторных функций молекул в филогенезе.
3. Смена функции гуморальных факторов в онтогенезе позвоночных.

Билет № 2.

1. Структура и функция рецепторов, обладающих протеинкиназной активностью.
2. Расширение регуляторных функций гормонов в филогенезе.
3. Генетическая и гормональная фазы формирования пола в онтогенезе млекопитающих; биологические основы формирования би- и гомосексуальности.

Билет № 3.

1. Структура и функция рецепторов, управляющих транскрипцией.
2. Утрата гормоном эффектов, потерявших приспособительное значение.
3. Длительные последствия нарушения нормального гормонального баланса в развивающемся организме.

Билет № 4.

1. Управляемых лигандом ионные каналы.
2. Образование в эволюции специализированных органов, продуцирующих гормоны и формирование нейроэндокринной системы.
3. Критические периоды онтогенеза.

Билет № 5.

1. Сигнальных молекулы, их образование и секреция: белки и пептиды.
2. Значение естественного отбора в формировании, сохранении и изменении регуляторных функций сигнальных молекул.
3. Морфогенетические эффекты гормонов в развитии.

Билет № 6.

1. Сигнальных молекулы, их образование и секреция: производные аминокислот.
2. Естественная изменчивость и экспериментальный мутагенез генов гормонов, ферментов их синтеза и рецепторов - современные представления о формировании в эволюции семейств гормонов, ферментов их синтеза и рецепторов.
3. Механизмы длительных эффектов гормонов в критические сроки онтогенеза.

Билет № 7.

1. Сигнальных молекулы, их образование и секреция: стероиды.
2. Эволюция функции гликопротеиновых гонадотрофов – новый гормон приматов.
3. Механизмы передачи эффектов нарушений гормонального баланса в критические сроки развития в ряду поколений.

Билет № 8.

1. Системы гистидинпротеинкиназ бактерий.
2. Эволюция функции стероидов надпочечников позвоночных – новый гормон тетрапод.
3. Движущие силы эволюции семейства адренегических рецепторов.

Билет № 9.

1. Рецепторы фототаксиса бактерий
2. Эволюционные корни йод-содержащих гормонов.
3. Консерватизм функции сигнальной молекулы цАМФ в эволюции.

Билет № 10.

1. Сигнальная функция цАМФ в агрегации миксомицетов.
2. Изменение функции йод-содержащих гормонов у неотенических видов земноводных.
3. Рецепторы стероидных гормонов и их функции у растений и животных.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. Список основной литературы

1. Дыгало Н.Н. Рецепторы гормонов, нейротрансмиттеров и тканевых факторов. Учебное пособие к курсу «Гормоны в фило- и онтогенезе», Изд-во НГУ.- Новосибирск. – 2009. 118 с.

2. Дыгало Н.Н. Рецепторы гормонов, нейротрансмиттеров и тканевых факторов. Учебное пособие к курсу «Гормоны в фило- и онтогенезе», Изд-во НГУ.- Новосибирск. - 2001. 36 с.
3. Дыгало Н.Н. Подтипы рецепторов, их специфические функции и значение для клиники (на примере альфа2-адренорецепторов). Учебное пособие к курсу «Гормоны в фило- и онтогенезе», 2003. <http://www.bionet.nsc.ru/HormEvDev/posobie1.html>
4. Дыгало Н.Н. Генетическая и гормональная регуляция онтогенеза мужского фенотипа и механизмы формирования нарушений половой ориентации. Учебное пособие к курсу «Гормоны в фило- и онтогенезе», 2003. <http://www.bionet.nsc.ru/HormEvDev/posobie2.html>
5. Дыгало Н.Н. Приобретение стероидами гормональных функций в эволюции и их эффекты в раннем онтогенезе. Успехи современной биологии, 1993, т. 113, вып. 2, с. 162-175.
6. Электронные варианты лекций.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Ноутбук, медиа-проектор, экран.
- Программное обеспечение для демонстрации слайд-презентаций.
- Представление учебных программ на сайте факультета и кафедры, свободный доступ студентов к компьютерам кафедры, раздача электронных презентаций студентам для подготовки к занятиям.
- Принтер и ксерокс для печатания раздаточных материалов к контрольным работам

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с ОС ВПО, принятым в ФГАОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, с учетом рекомендаций ООП ВПО по направлению «020400 БИОЛОГИЯ (бакалавриат)».

Автор: Дыгало Николай Николаевич, д.б.н., член-корр. РАН, зав. кафедрой физиологии ФЕН, зав. лаб. ИЦиГ СО РАН _____

Программа одобрена на заседании кафедры физиологии
"29" августа 2014 г.

Секретарь кафедры к.б.н., ст. преп. _____ А.В. Бабина