

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»
Институт образования

Согласовано:

Директор Центра развития современных
компетенций детей БФУ им. И. Канта
Т. Э. Петрова

«02» июль 2020 г.

Утверждено:

Директор Института образования
А.О. Бударина

«02» август 2020 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
естественнонаучной направленности
«Подготовка обучающихся образовательных организаций к участию в
мероприятиях межрегионального, всероссийского и международного
уровней по биологии»**

Возраст обучающихся: 14-16 лет

Срок реализации: 6 месяцев

Автор-составитель:

Костюшина Нина Владиленовна,
к.б.н., преподаватель ЦРСКД БФУ им. И. Канта

г. Калининград, 2020.

Лист согласования

Составитель: к.б.н., преподаватель Центра развития современных компетенций детей БФУ им. И. Канта Костюшина Н.В.

Рабочая программа утверждена на заседании научно-методического совета Института образования
Протокол № 4 от 02 июля 2020 года

Председатель
научно-методического совета



Т.А. Кузнецова

1. Общая характеристика программы.

Дополнительная общеобразовательная программа включает в себя содержание, планирование занятий по разделам и темам (в часах), формы контроля и критерии оценки работ по разделам, учебно-методическое обеспечение, перечень образовательных и Интернет ресурсов, список литературы.

Актуальность. Согласно базисному учебному плану, рабочая программа для 8-11 классов предусматривает обучение биологии в объеме 2 часа в неделю. Этот объем подготовки позволяет не только полноценно выявлять и развивать у обучающихся способности и интересы в области биологии, но и достойно представлять Калининградскую область на Всероссийской олимпиаде школьников и различных Всероссийских конкурсах, и конференциях естественнонаучной направленности. Содержание олимпиадных и конкурсных заданий проверяет не только предметные знания школьников по биологии, но и их умение решать различные прикладные биологические задачи в том числе на метапредметном уровне.

Педагогическая целесообразность: Данная программа составлена в полном соответствии с федеральным компонентом государственного стандарта среднего (полного) общего образования на углубленном уровне. Углубленный уровень стандарта ориентирован на формирование общей биологической грамотности и научного мировоззрения учащихся. Знания, полученные на занятиях по биологии, предусмотренных настоящей программой, должны не только углубить биологические закономерности и факты до понимания механизмов, но и определить достойный общий культурный уровень современного человека и обеспечить его адекватное поведение в окружающей среде. Кроме того, данные занятия призывают помочь детям подготовиться к участию во Всероссийских олимпиадах, конкурсах и конференциях по биологии.

1.1. Нормативно - правовая основа разработки программы.

Общеобразовательная программа составлена в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599.
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» от 9 ноября 2018 г. № 196.
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» от 04.07.2014 N 41.
5. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России.
6. Конвенция ООН о правах ребёнка//Вестник образования, 1991, № 10. С. 11-39.
7. Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. № 1726-р, утверждающее Концепцию развития дополнительного образования детей.
8. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
9. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р.

1.2. Цель реализации программы.

Создать условия для формирования знаний, умений и развития навыков в рамках учебного предмета «Биология», позволяющие принимать участие в научно-образовательных мероприятиях межрегионального, всероссийского и международного уровней, в том числе во Всероссийской олимпиаде школьников по биологии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определить уровень биологических знаний учащихся и степень владения ими.
- на основе системного анализа полученных результатов, выполнить комплекс обучающих мероприятий, предусмотренных программой, направленных на углубление и конкретизацию знаний учащихся по биологии в соответствии с федеральным компонентом государственного образовательного стандарта.

- закрепить умение учащихся на разных уровнях: воспроизведение знаний; применение знаний и умений в знакомой, измененной и новой ситуациях; получение новых знаний из учебных, научных и других источников; практическое применение биологических знаний.
- отработать умения оформлять научно-исследовательскую работу и проекты в области биологии, работать с научно-популярным и научным текстом, работать с заданиями по биологии разного типа и сложности.
- поддерживать и развивать умения учащихся сосредотачиваться и плодотворно, целенаправленно работать в незнакомой обстановке, в заданном темпе, быть мотивированными на получение запланированных положительных результатов.

1.3. Планируемые результаты обучения.

Повышение уровня знаний по биологии, сформированность учебных умений в соответствии с требованиями к учащимся школы, навык оформления конкурсной работы в области биологии.

В результате освоения программы обучающийся должен знать:

- основные биологические термины, понятия, законы, теории, касающиеся организации, индивидуального и исторического развития живых систем на всех уровнях организации;
- химический состав живых систем;
- особенности строения и жизнедеятельности клеток, организмов, экосистем, биосферы;
- структурно-функциональную организацию животных и растительных тканей;
- основные формы размножения и особенности индивидуального развития клеток и организмов;
- особенности процессов обмена веществ автотрофных и гетеротрофных организмов, круговорота веществ и превращения энергии в биосфере;
- общие принципы наследования признаков организмами
- основные закономерности наследственности и изменчивости организмов, особенности проявления мутаций и их значение в эволюционном процессе;
- доказательства движущих сил, направлений эволюции организмов.

Уметь:

- объяснять единство живой и неживой природы, родство живых организмов;
- распознавать основные систематические группы организмов по их описанию;
- устанавливать причинно-следственные связи между особенностями строения и образом жизни организмов, средой обитания и приспособленностью организмов;
- устанавливать причинно-следственные связи между факторами и результатами эволюции;
- объяснять причины нарушений развития организмов, влияние мутагенов на живой организм;
- распознавать и сравнивать особенности строения и жизнедеятельности различных типов клеток и тканей;
- распознавать и сравнивать типы и фазы деления клеток;
- работать со световым микроскопом и микроскопировать цитологические и гистологические препараты;
- идентифицировать цитологические и гистологические препараты, ориентироваться в наблюдаемых в световой микроскоп и на электронных микрофотографиях структурах;
- объяснять физиологические процессы на молекулярном и клеточном уровне;
- готовить и описывать микропрепараты.

Владеть:

- алгоритмами решения генетических задач, установления нуклеотидной последовательности в РНК и ДНК;
- алгоритмами описания микропрепараторов,
- алгоритмами описания особей вида по морфологическому критерию;
- алгоритмами описания межсистемных взаимодействий на клеточном и организменном уровне.

1.4. Категория обучающихся.

Программа курса подготовлена для учащихся, продемонстрировавших высокий уровень биологических знаний (в том числе на муниципальном и региональном этапе Всероссийской

олимпиады по биологии), проявивших интерес к научно-исследовательской деятельности и творческие способности. Программа предназначена для углубленного изучения биологии учениками 8 - 11-ых классов.

1.5. Трудоемкость программы.

Данный курс подготовки учащихся поделен на несколько модулей, так как программа охватывает широкий спектр биологических знаний. Модули рассчитаны не только на теоретическую часть, но и на практическую. Практическая часть включает в себя изучение анатомических моделей организма, изучение гистологических и эмбриологических препаратов, обучение приемам приготовления микропрепаратов в области ботаники, приготовление микробиологических препаратов, а также решение биохимических, генетических, решение задач, решение типовых олимпиадных заданий за предыдущие годы.

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 4 академических часа (8 часов в неделю), всего 282 часа.

1.6. Форма обучения - очная с возможностью реализации отдельных дисциплин/модулей/практик с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

2. Содержание программы.

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов	Всего часов	Аудиторные занятия, в том числе		Самостоятельная работа	Промежуточная и итоговая аттестация
			Лекции	Практические занятия		
1	Модуль «Общая биология»	56	30	24	-	2
2	Модуль «Анатомия и физиология человека и животных, гистология животных тканей, цитология»	56	32	22	-	2
3	Модуль «Зоология»	56	34	20	-	2
4	Модуль «Ботаника»	56	30	24	-	2
5	Модуль «Биохимия и физиология растений»	56	40	14	-	2
6	Итоговая аттестация	2	-	-	-	2
Итого		282	166	104		12

2.2. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов/тем	Всего часов	Аудиторные занятия, в том числе		Самостоятельная работа	Промежуточная и итоговая аттестация
			Лекции	Практи- ческие занятия		
	Модуль 1. «Общая биология»	56	30	24		2
	Раздел. Размножение организмов					
	Тема № 1. Введение. Хромосомы. Процессы регуляции клеточного цикла: репликация, транскрипция, трансляция	4	2	2		-
	Тема № 2. Деление клетки: митоз	4	2	2		-
	Тема № 3. Деление клетки: мейоз	4	2	2		-
	Тема №4. Размножение организмов: общие закономерности. Бесполое размножение	4	2	2		-
	Тема № 5. Половое размножение	4	2	2		-
	Тема № 6. Развитие половых клеток - гаметогенез	4	2	2		-
	Тема № 7. Осеменение и оплодотворение	4	2	2		-
	Раздел. Индивидуальное развитие организмов (онтогенез)					-
	Тема № 8. Этапы эмбриогенеза: дробление, бластуляция	4	2	2		-
	Тема № 9. Этапы эмбриогенеза: гаструляция, нейруляция	4	2	2		-
	Тема № 10. Органогенез	4	2	2		-
	Тема №11. Постэмбриональный период развития	4	2	2		-
	Раздел. Основы генетики					-
	Тема №12. Закономерности наследования признаков	6	4	2		-
	Тема №13. Взаимодействие генов. Генетика пола.	2	2	-		-
	Тема №14. Мутагенез	2	2	-		-
	Промежуточное тестирование	2	-	-		2
	Модуль 2. «Анатомия и физиология человека и животных, гистология животных тканей, цитология»	56	32	22		2

	Раздел 1. Цитология				
	Тема 1. Прокариоты, мезокариоты и эукариоты. Строение и функции растительной и животной клетки.	6	2	2	-
	Раздел 2. Анатомия и физиология человека и животных.				
	Тема 2. Центральная и периферическая нервная система (НС). Вегетативная НС. Строение нервных клеток и глии. Формирование МПП и ПД на мемbrane нервных клеток.	8	8	-	-
	Тема 3. Опорно-двигательная система человека. Скелет, физиология и морфология мышц.	6	4	2	-
	Тема 4. Физиология дыхания.	2	2	-	-
	Тема 5. Физиология пищеварения.	2	2	-	-
	Раздел 3. Гистология. Животные ткани.				
	Тема 6. Нервная ткань. Гистология коры головного мозга, мозжечка, спинного мозга, мякотных и безмякотных волокон и спинальных ганглиев.	2	-	2	-
	Тема 7. Мышечная ткань. Гистология гладкой, скелетной и сердечной маскулатуры.	4	2	2	-
	Тема 8. Эпителиальные ткани. Гистология покровного и железистого эпителия.	4	2	2	-
	Тема 9. Соединительные ткани. Рыхлая, плотная, хрящевая, костная ткань и соединительные ткани специального назначения.	16	8	8	-
	Тема 10. Кроветворные органы и иммунная система. Кровь человека и лягушки.	4	2	2	-
	Промежуточное тестирование	2	-	-	2
	Модуль 3. «Зоология»	56	34	20	2
	Раздел. Систематика образ жизни простейших, губок, гребневиков, плоских червей				
	Тема № 1. Положение царства животных в мире живого. Классификация и систематика животных. Простейшие.	6	4	2	-

	Тема № 2. Многоклеточные животные. Общие черты морфологии и физиологии многоклеточных.	6	4	2		-
	Тема № 3. Тип Губки, Стрекающие, Гребневики, Плоские черви	6	4	2		-
	Раздел. Систематика, образ жизни нецеломических и целомических беспозвоночных					
	Тема № 4. Тип Круглые черви, Членистоногие, Моллюски, Иглокожие.	6	4	2		-
	Раздел. Анамнез. Особенности строения, образа жизни и классификации					
	Тема № 1. Общая характеристика типа хордовых. Морфология, основы физиологии, образ жизни и географическое распределение животных. Происхождение, классификация и роль животных в биосфере и в жизни человека.	2	2	-		-
	Тема № 2. Подтип бесчерепные Подтип оболочники. Морфология. Образ жизни.	4	2	2		-
	Тема № 3. Общая характеристика подтипа позвоночные. Методы прижизненного наблюдения, описания, коллекционирования животных	2	2	-		-
	Тема № 4. Класс круглоротые, класс хрящевые	4	2	2		-
	Тема № 5. Раздел челюстноротые, надкласс рыбы, рыбы. мясистоплавниковые рыбы.	4	2	2		-
	Раздел. Первичноназемные позвоночные. Амниоты. Особенности строения, образа жизни и классификации					
	Тема № 1. Надкласс четвероногие, класс амфибии, Класс пресмыкающиеся.	4	2	2		-
	Тема № 2. Класс птицы. Морфология. Основы физиологии. Методы прижизненного наблюдения, описания, культивирования, таксономических исследований	4	2	2		-
	Тема № 3. Класс млекопитающие. Морфология. Основы физиологии. Методы прижизненного наблюдения, описания, культивирования, таксономических исследований, коллекционирования животных.	4	2	2		-
	Тема № 4. Эволюция животных	2	2	-		-

	Промежуточное тестирование	2	-	-		2
	Модуль 4. «Ботаника»	56	30	24		2
	Раздел «Низшие растения»					
	Тема № 1. Введение. Понятие о низших растениях.	2	2	-		-
	Тема № 2. Водоросли (Algae)	4	2	2		-
	Тема № 3. Слизевики (Мухомутесетес)	4	2	2		-
	Тема № 4. Грибы (Mycota)	4	2	2		-
	Тема № 5. Лишайники (Lichenophyta)	2	2	-		-
	Раздел «Анатомия и морфология растений»					
	Тема № 1. Основные этапы развития растительного мира. Растительная клетка, особенности её строения	4	2	2		-
	Тема № 2. Системы растительных тканей	4	2	2		-
	Тема № 3. Развитие и строение вегетативных органов	4	2	2		-
	Тема № 4. Анатомическое и морфологическое строение растений, приспособленных к различным условиям обитания	4	2	2		-
	Тема № 5. Размножение цветковых растений, строение органов размножения	2	-	2		-
	Раздел «Систематика высших растений»					
	Тема № 1. Признаки высших растений. Отдел Моховидные	4	2	2		
	Тема № 2. Сосудисто-споровые растения	4	2	2		-
	Тема № 3. Отдел Голосеменные	4	2	2		-
	Тема № 4. Подклассы Двудольных цветковых растений	4	2	2		-
	Тема № 5. Подклассы Однодольных цветковых растений	2	2	-		-
	Тема № 6. География растений	2	2	-		-
	Промежуточное тестирование	2	-	-		2
	Модуль 5. «Биохимия и физиология растений»	56	40	14		2
	Тема № 1. Белки. Строение. Свойства. Значение для живых организмов	8	4	4		-

	Тема № 2 Углеводы. Классификация. Свойства. Значение для живых организмов	4	4	-		-
	Тема № 3. Липиды. Классификация. Мембранные липиды.	8	4	4		-
	Тема № 4. Ферменты. Строение. Классификация. Механизм действия.	4	4	-		-
	Тема № 5 Пластический обмен. Фотосинтез.	8	6	2		-
	Тема № 6. Энергетический обмен. Гликолиз.	6	6	-		-
	Тема № 7. Работа пируват дегидрогеназного комплекса	6	6	-		-
	Тема № 8. Цикл Кребса. ЭТЦ митохондрий	10	6	4		-
	Промежуточное тестирование	2	-	-		2
	Итоговая аттестация	2				2
	Итого	282	166	104		12

2.3. Перечень практических занятий для одной параллели (всего две параллели).

№ раздела/ темы	Наименование тем программы и учебных вопросов	Кол-во часов
	Модуль 1. «Общая биология»	12
1	Хромосомы	1
2	Деление клетки: митоз	1
3	Деление клетки: мейоз	1
4	Размножение организмов: общие закономерности. Бесполое размножение	1
5	Половое размножение	1
6	Гаметогенез	1
7	Оплодотворение	1
8	Этапы эмбриогенеза: дробление, бластуляция	1
9	Этапы эмбриогенеза: гаструляция, нейруляция	1
10	Органогенез	1
11	Постэмбриональный период развития.	1
12	Закономерности наследования признаков	1

2	Модуль 2. «Анатомия и физиология человека и животных, гистология животных тканей, цитология»	11
1	Прокариоты, мезокариоты и эукариоты. Строение и функции растительной и животной клетки.	1
2	Опорно-двигательная система человека. Скелет, физиология и морфология мышц.	1
3	Нервная ткань. Гистология коры головного мозга, мозжечка, спинного мозга, мягких и безмякотных волокон и спинальных ганглиев.	1
4	Мышечная ткань. Гистология гладкой, скелетной и сердечной маскулатуры.	1
5	Эпителиальные ткани. Гистология покровного и железистого эпителия.	2
6	Соединительные ткани. Рыхлая, плотная, хрящевая, костная ткань и соединительные ткани специального назначения.	4
7	Кроветворные органы и иммунная система. Кровь человека и лягушки	1
	Модуль 3. «Зоология»	10
1	Понятие жизненного цикла. Типы жизненных циклов простейших, имеющих половой процесс.	1
2	Многоклеточные животные. Общие черты морфологии и физиологии многоклеточных.	1
3	Тип Стрекающие, Гребневики. Плоские черви. Морфология и основы физиологии. Образ жизни, особенности организации и жизненные циклы.	1
4	Тип Круглые черви, Членистоногие, Моллюски, Иглокожие. Морфология и основы физиологии. Образ жизни, особенности организации и жизненные циклы.	1
5	Подтип бесчерепные Подтип оболочники. Морфология. Образ жизни.	1
6	Раздел челюстноротые, надкласс рыбы, класс хрящевые рыбы	1
7	Класс костные, подкласс мясистоплавниковые рыбы. Географическое распространение биосфере и в жизни человека.	1
8	Надкласс четвероногие, класс амфибии, класс пресмыкающиеся. Географическое распределение. Значение в биосфере.	1
9	Класс птицы. Значение в биосфере и в жизни человека.	1
10	Класс млекопитающие. Методы прижизненного наблюдения, описания, культивирования, таксономических исследований, коллекционирования животных.	1

	Модуль 4. Ботаника	12
1	Водоросли (Algae)	1
2	Слизевики (Мухомутцетес)	1
3	Грибы (Muscata)	1
4	Растительная клетка, особенности её строения	1
5	Растительные ткани	1
6	Развитие и строение вегетативных органов	1
7	Анатомическое и морфологическое строение растений, приспособленных к различным условиям обитания	1
8	Размножение цветковых растений, строение органов размножения	1
9	Признаки высших растений. Отдел Моховидные	1
10	Сосудисто-споровые растения	1
11	Отдел Голосеменные	1
12	Подклассы Двудольных цветковых растений	1
	Модуль 5. Биохимия и физиология растений	7
1	Белки. Строение. Свойства. Значение для живых организмов	2
2	Липиды. Классификация. Мембранные липиды.	2
3	Пластический обмен. Фотосинтез.	1
4	Цикл Кребса. ЭТЦ митохондрий	2
	Итого	52

2.4. Календарный учебный график.

6	Модуль «Зоология»	56										
7	Промежуточная аттестация											
8	Модуль «Ботаника»	56										
9	Промежуточная аттестация											
10	Модуль «Биохимия и физиология растений»	56										
11	Промежуточная аттестация	2										
12	Итоговая аттестация	2										

2.5. Рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов.

Модуль 1. Общая биология

1. Статус модуля

Назначение модуля «Общая биология» – дать представление о наиболее общих свойствах живых организмов и закономерностях их размножения и развития, сформировать у обучающихся системное биологическое мышление и целостное естественно - научное мировоззрение, подготовка к олимпиаде по биологии.

2. Цель и задачи модуля

Цель модуля – изучение закономерностей размножения и развития организмов, знакомство со строением и функциями зародышей на последовательных стадиях развития, вплоть до становления взрослых форм и последующего старения организма, учитывая, что развитие находится под контролем генетических факторов и факторов окружающей среды, и регулируется на уровне целого организма, зародышей органов и тканей, на клеточном, субклеточном, а также молекулярном уровнях

Задачи курса:

- изучение закономерностей индивидуального развития целостной живой системы;
- изучение фундаментальных принципов и механизмов индивидуального развития живых существ всех уровней организации;
- изучение разнообразия способов размножения и путей развития животных разных таксономических групп;
- изучение механизмов дифференцировки клеток и тканей.

3.Содержание основных разделов модуля «Общая биология»

Тема № 1. Хромосомы. Процессы регуляции клеточного цикла: репликация, транскрипция, трансляция.

Процессы репликации, транскрипции, трансляции. Строение хромосом. Форма и количество хромосом. Хромосомный набор.

Тема № 2. Деление клетки: митоз

Клеточный цикл. Цитофизиология митоза. Митоз в растительной и животной клетке. Типы митоза. Биологическое значение митоза. Нарушение митоза.

Тема № 3. Деление клетки: мейоз

Цитофизиология мейоза. Процессы, происходящие с хромосомами во время мейоза. Типы мейоза. Биологическое значение мейоза.

Тема №4. Размножение организмов: общие закономерности. Бесполое размножение

Биологическое значение размножения организмов. Регуляция скорости размножения. Типы размножения организмов. Преимущества и недостатки полового и бесполого типов размножения.

Размножение одноклеточных прокариот. Спорообразование. Способы бесполого размножения эукариот. Бесполое размножение многоклеточных. Вегетативное размножение. Бесполое размножение у животных.

Тема № 5. Половое размножение

Появление полового размножения. Типы полового размножения. Половой процесс. Половое размножение у многоклеточных. Формы полового размножения. Гермафродитизм. Половое размножение у растений. Половое размножение у животных. Партеногенез

Тема № 6. Развитие половых клеток –гаметогенез

Формирование первичных половых клеток (гоноцитов). Миграции геноцитов в гонаду.

Оogenез, его основные периоды: размножение, рост, созревание яйцеклеток. Характерные особенности сперматогенеза. Спермиогенез.

Тема № 7. Осеменение и оплодотворение

Дистантные и контактные взаимодействия гамет. Активация спермы - акросомная реакция.

Активация яйцеклеток - кортикалная реакция. Кариогамия. Осеменение у животных. Экстракорпоральное оплодотворение у животных и человека.

Тема № 8. Этапы эмбриогенеза: дробление, бластуляция

Общая характеристика процесса дробления и его биологический смысл. Особенности клеточного цикла и синтетических процессов при дроблении. Пространственная организация дробления. Значение количества и распределения желтка.

Механизмы бластуляции. Типы бластул, связь их строения с морфологией дробления.

Тема № 9. Этапы эмбриогенеза: гастроуляция, нейруляция

Гастроуляция и формирование основных закладок органов. Способы гастроуляции: деламинация, иммиграция, эпоболия, инвагинация .

Типы гаструл. Способы закладки мезодермы. Осевая мезодерма и ее дальнейшая дифференцировка: боковая пластинка.

Нейруляция и формирование осевых органов. Карты презумптивных зачатков.

Тема № 10. Органогенез

Индукционные взаимодействия развивающегося зародыша. Развитие производных энтодермы, мезодермы и эктодермы. Процессы, лежащие в основе органогенеза. Индукционные взаимодействия в органогенезах. Целостный характер детерминации зачатков органов. Поля органов.

Тема №11.Постэмбриональный период развития

Фазы синтогенеза. Типы и периодизация онтогенеза. Прямое развитие. Непрямое развитие. Этапы постэмбрионального развития. Теории старения. Смерть как общебиологическая закономерность. Развитие организма и окружающая среда. Регенерация. Типы регенерации. Источники регенерации.

Тема №12 Закономерности наследования признаков

Закон единства первого поколения гибридов. Закон чистоты гамет. Закон независимого комбинирования генов.

Тема №13. Взаимодействие генов. Генетика пола.

Сцепленное наследование генов. Взаимодействие генов. Генетическое определение пола. Наследование пола. Наследование признаков, сцепленных с полом.

Тема №14. Мутагенез.

Естественный и искусственный мутагенез. Мутагенные факторы. Частота мутаций и их причины. Виды мутаций. Значение мутаций.

Модуль 2. «Анатомия и физиология человека и животных. гистология. цитология»

1. Статус модуля

Назначение модуля «Анатомия и физиология человека и животных, гистология животных тканей, цитология» – дать представление о наиболее общих вопросах строения и

функционирования животных клеток, тканей, органов, систем органов и животного организма в целом, а также о системах регуляции функций организма и системах резистентности.

2. Цель и задачи модуля

Цель модуля – изучение строения и функционирования животного организма на всех уровнях его организации.

Задачи курса:

- изучение строения и функционирования животной клетки;
- освоение микроскопических методов исследования и определения животных тканей;
- изучение морфологии и физиологии органов и систем животного организма;
- изучение физиологических основ регуляторных функций;
- изучение механизмов специфического и неспецифического иммунитета.

3. Содержание основных разделов модуля

Тема 1. Прокариоты, мезокариоты и эукариоты. Строение и функции растительной и животной клетки.

Современная клеточная теория. Основные положения.

Плазматическая мембрана (структура и свойства). **Цитоплазма**. Цитозоль. Органеллы.

Ядро. Строение и свойства.

Рибосомы. Структура и функции.

Эндоплазматическая сеть. Гранулярная и гладкая эндоплазматическая сеть.

Митохондрии (хондриосомы). Особенности строения. Хондриём. Межмитохондриальные контакты. Биоэнергетические функции митохондрий.

Комплекс Гольджи. Структура и функции.

Лизосомы. Строение и функции.

Пероксисомы (микротельца). Структура и функции.

Клеточные включения. Природа и функции.

Тема 2. Центральная и периферическая нервная система (НС). Вегетативная НС.

Природа мембранныго потенциала покоя (МПП). Потенциал действия (ПД) и ионный механизм его возникновения. Природа ионной проницаемости мембраны. Ионные каналы. Свойства ПД. Действие постоянного тока на возбудимые ткани (полярный закон раздражения, критический уровень деполяризации, локальный ответ, зависимость пороговой силы раздражителя от его длительности, явление аккомодации, изменение критического уровня деполяризации (катодическая депрессия Вериго)). Классификация нервных волокон. Механизмы проведения возбуждения. Нервно-мышечная передача. Аксонный транспорт. Физиология синапсов.

Строение нервных клеток и глии. Строение и функции головного и спинного мозга. Строение и функции мозжечка, заднего, среднего, промежуточного мозга. Лимбическая система. Передний мозг. Кора больших полушарий.

Тема 3. Опорно-двигательная система человека. Скелет, физиология и морфология мышц.

Гистологические типы мышц позвоночных. Особенности структуры скелетных мышц (саркомер, толстые миозиновые и тонкие актиновые миофиламенты). Медленные (тонические) и быстрые (фазические) мышечные волокна. Типы сокращения скелетных мышц. Электромеханическое сопряжение в мышечном сокращении. Особенности мышцы сердца и гладких мышц позвоночных животных.

Тема 4. Физиология дыхания.

Межреберные мышцы. Плевральная щель. Газообмен в легких. Регуляция дыхательной маскулатуры.

Тема 5. Физиология пищеварения.

Строение и функции различных отделов пищеварительной системы.

Тема 6. Нервная ткань. Гистология коры головного мозга, мозжечка, спинного мозга, мякотных и безмякотных волокон и спинальных ганглиев.

Тема 7. Мышечная ткань. Гистология гладкой, скелетной и сердечной маскулатуры.

Тема 8. Эпителиальные ткани. Гистология покровного и железистого эпителия.

Морфологическая классификация покровных эпителиев

Гистологические препараты:

- Однослойный плоский эпителий – мезотелий

- Однослойный призматический и кубический эпителий канальцев почки
- Мерцательный эпителий мантии беззубки
- Многорядный мерцательный эпителий (трахея)
- Переходный эпителий мочевого пузыря
- Многослойный плоский неороговевающий эпителий роговицы глаза
- Многослойный плоский ороговевающий эпителий кожи пальца
- Железистый эпителий зеленой железы рака

Тема 9. Соединительные ткани. Рыхлая, плотная, хрящевая, костная ткань и соединительные ткани специального назначения.

Морфологическая классификация соединительных тканей

Гистологические препараты:

- Плотная волокнистая оформленная соединительная ткань (сухожилие, продольный срез)
- Рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань
- Гиалиновая хрящевая ткань ребра
- Пластинчатая костная ткань Поперечный срез диафиза декальцинированной трубчатой кости

Тема 10. Кроветворные органы и иммунная система. Кровь человека и лягушки.

- Мазок крови человека
- Мазок крови лягушки

Модуль 3. «Зоология»

1. Статус модуля

Модуль «Зоология» является одной из составляющих курса «Науки о биологическом многообразии». Назначение курса – усвоение обширного фактического материала по классификации, сравнительной анатомии, морфологии и физиологии, изучение образа жизни, географического распределения, происхождения, роли в биосфере и в жизни человека, эволюции и филогении 23 типов беспозвоночных (в том числе простейших) и хордовых животных, развитие биологического мышления у обучающихся

2. Цель и задачи

Цель курса – ознакомить обучающихся с современными достижениями естественных наук, используемыми при определении положения животных в мире живого, дать представление о многообразии беспозвоночных животных (одноклеточных и многоклеточных) и хордовых животных, показать дискретность многообразия животных, реальность таксонов и внутривидовой полиморфизм как начало эволюционного пути от вида к другим таксонам.

Задачи курса:

- изучение систематического положения беспозвоночных и хордовых животных;
- изучение морфологического разнообразия и строения беспозвоночных и хордовых животных;
- изучение основных процессов жизнедеятельности организмов;
- изучение экологии и значения беспозвоночных и хордовых животных в природе, народном хозяйстве, здравоохранении.

3. Содержание основных разделов модуля

Тема № 1. Положение царства животных в мире живого. Классификация и систематика животных. Царство Простейшие. Положение простейших в общей системе живого.

Многообразие животных: одноклеточные, многоклеточные, беспозвоночные, хордовые. Дискретность многообразия животных; реальность таксонов: тип, класс, отряд, семейство, род, вид. Внутривидовой полиморфизм как начало эволюционного пути от вида к другим таксонам. Слагаемые зоологии: морфология, онтогенез, жизненный цикл, экология, структура вида. Связь зоологии с экологией, биохимией, генетикой, с эволюционным учением.

Положение простейших в общей системе живого. Принципы систематики Простейших, основные черты строения, размножения, жизненные циклы, образа жизни одноклеточных в типах Sarcodina, Mastigophora, Ciliata, Sporozoa, Microsporidia, Myxosporidia. Значение одноклеточных в биосфере, их значение как возбудителей болезней человека и животных. Уровни организации одноклеточных животных. Морфология, особенности размножения, жизненных циклов, образа жизни одноклеточных. Значение в биосфере и жизни человека.

Тема № 2. Многоклеточные животные. Общие черты морфологии и физиологии многоклеточных.

Общие черты многоклеточных: генетическое единство всех клеток, морфофункциональная дифференцировка клеток, онтогенез, многообразие этапов онтогенеза. Типы симметрии в общей организации тела и их связь с образом жизни. Эмбриональные пласти двухслойных и трехслойных многоклеточных.

Жизненные формы животных: свободноживущие (одноклеточные, колониальные), симбиотические (формы симбиоза). Процессы размножения: половой, бесполый, двуполый, partenogenез. Чередование процессов размножения.

Пути формирования многообразия: полифункциональность клеток и органов, разделение функций. Смена функций (усиление, ослабление), субSTITУЦИЯ функций, преадаптированность, олигомеризация структур, эмбрионизация как закрепление структур в онтогенезе.

Тема № 3. Тип Губки. Тип Стрекающие. Тип Гребневики. Тип Плоские черви. Образ жизни, географическое распространение, классификация. Морфология и основы физиологии.

Образ жизни, распространение, возраст, количество видов. Общий план строения тела, его усложнения. Состав клеток, их функции, мезохил, морфофункциональная лабильность клеток, типы скелета губок. Особенности эмбриогенеза, вопрос о положении среди других многоклеточных. Размножение, питание, клеточный уровень организации. Роль в биосфере.

Тема № 4. Тип Круглые черви. Общие черты организаций: форма тела, паренхима. Географическое распространение.

Общие черты организаций: форма тела, паренхима. Особенности питания, выделения, дыхания свободноживущих ресничных (Turbellaria) и паразитических (Trematodes, Cestodes) плоских червей. Общие черты организаций паразитических животных. Тип Немертины (Nemertini). Образ жизни и основные черты организаций, особенности онтогенеза. Вопрос о связи с плоскими червями и кольчатыми червями.

Тип Членистоногие. Тип Моллюски. Тип Иглокожие. Морфология, особенности размножения, жизненных циклов, образа жизни одноклеточных. Значение в биосфере и жизни человека.

Общие черты организаций типа: хитинизация покровов, группы отдельных мышц, миксоцель, гетерономная метамерия и тагмы тела, членистость конечностей и многообразие их функций. Своебразие этих сторон организаций в классах типа. Своебразие и функции пищеварительной, дыхательной, кровеносной, нервной, репродуктивной и выделительной систем, органов движения.

Отдели тела, мантия и раковина, мантийная полость и ее органы, следы метамерии. Вторичная полость тела, почки. Своебразие общих черт организаций в классах типа. Своебразие билатеральной симметрии у брюхоногих (торсионный процесс, асимметрия мантийных органов). Особенности строения и функции в классах типа: пищеварительной, кровеносной, выделительной, репродуктивной и нервной систем, органов и способов движения.

Основные черты представителей типа как метамерных билатерий с энteroцельной закладкой мезодермы и вторичным ртом. Личинки иглокожих.

Тема № 5. Общая характеристика типа хордовых. Морфология, основы физиологии, образ жизни и географическое распространение животных. Происхождение, классификация и роль животных в биосфере и в жизни человека.

Общая характеристика типа хордовых. Специфические черты строения хордовых. Внутренний скелет, жаберные щели, трубчатое строение центральной нервной системы, прогрессивное строение принципов организации хордовых. Положение в системе животного мира. Связь с другими типами животных. Билатеральная симметрия, вторичная полость тела, вторичноротость. Систематика и классификация. Теоретическое и практическое значение изучения хордовых. Методы прижизненного наблюдения, описания, культивирования, таксономических исследований, коллекционирования животных

Тема № 6. Подтип бесчелепные. Подтип оболочники. Географическое распределение. Значение в биосфере.

Основные черты биологии и строения оболочников на примере одиночных асцидий. Морфология и анатомия. Туника. Пищеварительная система. Строение сердца; незамкнутая кровеносная система. Особенности нервной системы. Размножение и развитие; метаморфоз асцидий; строение личинки. Упрощение строения в связи с переходом к сидячему образу

жизни. Колониальные асцидии, особенности их строения и образа жизни. Географическое распределение.

Класс Сальпы. Биология; одиночные и колониальные формы. Строение. Размножение и развитие сальп и боченочников. Метагенез и его биологическое значение.

Класс Аппендикулярии. Биология и строение аппендикулярий. Размножение и развитие этих животных.

Происхождение и эволюция низших хордовых. Гипотеза неотении (Гарстанг), взгляды А. Н. Северцова и Н. А. Ливанова. Роль исследований А. О. Козалевского в понимании места оболочников в системе и эволюции хордовых.

Тема № 7. Общая характеристика подтипа позвоночные. Методы прижизненного наблюдения, описания, коллекционирования животных

Общая характеристика подтипа. Принципы организации основных морфофункциональных систем. Усложнение организации и интегрификация функций – основное условие прогрессивной эволюции позвоночных. Географическое распределение. Роль позвоночных в биосфере и в жизни человека.

Тема № 8. Раздел бесчелюстные, класс круглоротые. Раздел челюстноротые, надкласс рыбы, класс хрящевые рыбы.

Характеристика класса. Морфология и анатомия. Строение скелета, органов дыхания и пищеварения, кровеносной системы. Географическое распространение; промысловое значение. Общая биологическая и морфологическая характеристика надкласса рыб как первичноводных челюстных животных. Принципы организации опорно-двигательной системы, органов дыхания, кровеносной и выделительной системы рыб как водных животных.

Тема № 9. Класс костные, подкласс мясистоплавниковые рыбы. Морфология. Географическое распространение биосфере и в жизни человека.

Морфологические и биологические особенности класса. Происхождение костной ткани и ее роль в эволюции рыб. Особенности организации и биологии, географического распространения, место в эволюции и системе рыб.

Тема № 10. Надкласс четвероногие, класс амфибии. Класс пресмыкающиеся. Образ жизни. Географическое распределение. Значение в биосфере.

Общая биологическая и морфологическая характеристики класса. Главные морфологические перестройки в связи с выходом на сушу: формирование наземного типа конечностей, легочного дыхания, реконструкция системы кровообращения.

Морфобиологическая характеристика рептилий как первого класса первичноназемных позвоночных. Строение кожного покрова и его производных. Прогрессивные преобразования конечностей, осевого скелета, черепа. Органы пищеварения и дыхания. Строение сердца и кровеносной системы. Перестройка выделительной системы. Размножение, развитие, строение яйца, образование зародышевых оболочек. Понятие об анамниях и амниотах.

Тема № 11. Класс птицы. Морфология. Образ жизни. Значение в биосфере и в жизни человека.

Особенности строения птиц как амниот, приспособившихся к полету. Морфология и основы физиологии птиц. Адаптивные черты в строении и функциях скелета, дыхательной системы, сердца и системы кровообращения; гомойотермия и терморегуляция.

Биология птиц: географическое распространение, экологические группы; полет и его вариации в связи с биологией; размножение и развитие, забота о потомстве; миграции птиц. Питание и народохозяйственное значение птиц; птицы как истребители вредных насекомых и грызунов; отрицательное значение некоторых видов в сельском хозяйстве, медицине и авиации. Промысловые и домашние птицы; птицеводство. Охрана и привлечение полезных птиц. Методы прижизнского наблюдения, описания, культивирования, таксономических исследований, коллекционирования птиц.

Система класса птиц. Подклассы ящерохвостых и веерохвостых. Разделение веерохвостых на бескилевых, плавающих и килевых (летающих). Краткая характеристика главнейших отрядов. Происхождение птиц; археоптерикс и другие ископаемые формы.

Тема №12-13. Класс млекопитающие. Морфология. Основы физиологии. Методы прижизнского наблюдения, описания, культивирования, таксономических исследований, коллекционирования животных. Эволюция животных.

Общая характеристика класса. Особенности строения, связанные с происхождением от

древнейших рептилий, черты прогрессивной эволюции; гомийотермия и ее морфофункциональные основы. Многообразие класса в связи с освоением различных экологических условий.

Морфофункциональный очерк основных систем органов. Физиология млекопитающих. Особенности строения центральной нервной системы и головного мозга; сложные формы поведения. Особенности размножения и развития; забота о потомстве.

Система класса млекопитающих.

Место человека в системе млекопитающих. Биологические и социальные факторы в становлении человека; место и роль человека в биосфере.

Модуль 4. «Ботаника»

1. Статус модуля

Дисциплина «Ботаника» является одной из составляющих курса «Науки о биологическом многообразии».

Назначение курса – усвоение обширного фактического материала по классификации, анатомии и морфологии, географического распространения, происхождения, роли в биосфере и в жизни человека, эволюции и филогении низших и высших растений, развитие биологического мышления у обучающихся.

2. Цель и задачи

Цель курса – ознакомить и сформировать у обучающихся представление о растительном организме, биологическом разнообразии и эволюционных отношениях растений, роли растений в структуре биосферы Земли, научить владению методами наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов (прокариот, грибов и растений).

Задачи курса:

1. изучение систематического положения низших и высших растений;
2. изучение морфологического разнообразия и строения растений;
3. изучение основных процессов размножения растительных организмов;
4. изучение значения растительных организмов в природе, народном хозяйстве, жизни человека.

3. Содержание основных разделов модуля

Раздел «Низшие растения»

Тема № 1. Введение. Понятие о низших растениях.

Определение ботаники как биологической науки. Значение растений в природе и жизни человека. Краткая история развития ботаники. Систематика, таксономия, особенности строения, питания и размножения низших растений. Низшие растения. Общая характеристика низших растений. Особенности их строения, способы размножения и питания, распространение, значение в природе и жизни человека.

Тема № 2. Водоросли (*Algae*).

Общая характеристика. Основные факторы среды, определяющие развитие водорослей. Происхождение, родственные связи и эволюция водорослей. Типы талломов и способы размножения. Систематика.

Отдел Cyanophyta ИЛИ Cyanobacteria (Сине-зеленые водоросли или цианобактерии).

Особенности строения клетки сине-зеленых водорослей как прокариотических организмов. Типы талломов. Пигментный состав, запасные вещества, способы размножения, азотофиксация. Систематика. Происхождение. Экология и распространение. Роль в жизни водоемов и хозяйственное значение.

Отдел Chlorophyta (зеленые водоросли). Особенности строения клетки. Типы талломов. Разнообразие способов размножения. Циклы развития. Классификация зеленых водорослей. Происхождение и родственные связи. Роль зеленых водорослей в жизни водоемов, их практическое значение. Различные аспекты применения этой группы водорослей: сельское хозяйство, очистка сточных вод, проблема освоения космоса, медицина, микробиологическая промышленность, рыбоводство и др. Основные представители.

Отдел Ochrophyta (Охрофитовые водоросли) Особенности строения клетки. Типы талломов. Пигментный состав, запасные вещества. Размножение. Систематика. Основные

черты сходства и различия с зелеными и эвгленовыми водорослями. Экология и распространение. Родственные связи.

класс Phaeophyceae (Бурые)

Строение клетки. Разнообразие строения талломов и способов роста. Размножение и циклы развития. Систематика и родственные связи. Роль бурых водорослей в водоемах и практическое значение. Выращивание морских бурых водорослей, главные объекты культивирования.

класс Диатомовые (Diatomeae)

Строение клетки и панциря. Типы талломов. Способность к движению и механизм движения у некоторых диатомовых. Особенности размножения. Пигментный состав и запасные вещества. Происхождение и родственные связи. Систематика. Роль диатомовых в жизни водоемов и практическое значение.

Отдел Харовые водоросли (*Charophyta*). Особенности строения клетки. Пигментный состав и запасные вещества. Типы талломов. Размножение и типы питания. Систематика, экология, происхождение и родственные связи.

Отдел красные водоросли (*Rhodophyta*). Строение клетки. Пигментный состав, строение хроматофоров, запасные вещества. Разнообразие строения талломов и способов роста. Систематика красных водорослей. Происхождение и родственные связи. Экология и распространение. Практическое значение.

Экологические группы водорослей: фитопланктон, фитобентос, фитонейстон, фитоэдафон, аэрофитон. Водоросли экстремальных мест обитания (соленых, горячих источников, снега и льда). Значение водорослей в природе и жизни человека.

Тема № 3. Слизевики (Mucosetes)

Слизевики. Общая характеристика группы. Характерные черты организации, основные особенности. Принципы деления на отделы.

Отдел Миксомикота (Mucoseta). Общая характеристика отдела. Строение вегетативного тела, органов спороношения. Размножение, распространение и экология.

Отдел Плазмодиофоромикота (Plasmodiophoromycota). Общая характеристика.

Размножение, распространение, образ жизни и практическое значение. *Plasmodiophora brassicæ*.

Тема № 4. Грибы (Mycota)

Общая характеристика. Место грибов в системе органического мира. Черты растительной и животной организации у грибов. Строение клетки и мицелия, запасные вещества. Особенности питания. Различные способы вегетативного, бесполого и полового размножения. Жизненные циклы. Плеоморфизм грибов. Современные принципы классификации грибов. Классификация. Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы. Значение грибов в круговороте веществ и их народнохозяйственное значение (положительное и отрицательное: плодородие почвы, инфекционные болезни растений и животных, бродильные и другие процессы).

Псевдогрибы. Общая характеристика группы. Биохимические и морфологические признаки, свидетельствующие об обособленности этой группы от других грибов.

Отдел Оомикота (Oomycota), Класс Оомицеты (Oomycetes). Общая характеристика. Образ жизни. Особенности бесполого и полового размножения. Деление на порядки.

Собственно грибы. Общая характеристика группы. Характерные черты организации, основные особенности. Принципы деления на отделы (*Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Deuteromycota*) и их общая характеристика.

Отдел Зигомикота (Zygomycota). Общая характеристика отдела.

Отдел Аскомикота или Сумчатые грибы (Ascomycota). Общая характеристика отдела. Характерные черты организации, полового процесса и сумчатого спороношения. Строение плодовых тел и их возможная эволюция.

Отдел Базидиомикота (Basidiomycota). Общая характеристика отдела. Характерные черты организаций. Мицелий первичный и вторичный. Гомология базидии и сумки.

Разные принципы классификации базидий и их связь с систематикой базидиомицетов.

Отдел Дейтеромикота или Несовершенные грибы (Deuteromycota). Особенности и отличия от других таксономических групп. Родственные связи с другими грибами. *Aspergillus*, *Penicillium* и другие.

Тема № 5. Лишайники (Lichenophyta)

Лишайники. Морфологическое и анатомическое строение таллома. Систематическое положение водорослей и грибов в лишайниках. Взаимоотношения компонентов лишайников. Способы размножения. Роль в природе и практической деятельности человека. *Collema*, *Physcia*, *Graphis*, *Xanthoria*, *Usnea*, *Cladonia* и другие. Общая характеристика группы. Биохимические и морфологические признаки, свидетельствующие об обособленности этой группы от других грибов.

Раздел «Морфология и анатомия растений»

Тема № 1. Основные этапы развития растительного мира. Растительная клетка, особенности её строения.

Роль растений в природе и их значение в жизни человека. Необходимость изучения растений для рационального использования и охраны растительного мира.

Морфология и анатомия растений, ее задачи и значение для смежных ботанических дисциплин. Основные этапы развития растительного мира в разные геологические периоды истории Земли. Появление наземных растений как важнейший этап в развитии растительного мира. Возникновение органов: корня, стебля, листьев. Специализация клеток и возникновение тканей. Общая характеристика высших растений.

Растительная клетка. Особенности строения клетки высших растений. Органеллы клетки. Продукты жизнедеятельности протопласта (вакуоль, запасные вещества и др.). Образование оболочки при делении клетки. Срединная пластинка (межклеточное вещество). Оболочка первичная и вторичная, их состав, строение и свойства. Плазмодесмы. Поры. Межклетники.

Тема № 2. Системы растительных тканей.

Специализация клеток в связи с их функциями. Ткани растений; их роль и положение в теле растения. Понятие о первичных и вторичных тканях. Образовательные ткани (меристемы). Покровные ткани. Первичная покровная ткань (эпидерма). Вторичная покровная ткань (перидерма). Всасывающая, запасающая, ассимиляционные ткани. Выделительные клетки и системы. Проводящие ткани: ксилема и флоэма (первичная и вторичная). Проводящие пучки. Изменения клеточных оболочек в различных тканях в связи с их специализацией.

Тема № 3 Развитие и строение вегетативных органов.

Основные периоды и фазы онтогенеза семенного растения. Строение зародыша. Типы прорастания семян. Морфология проростка. Корреляция в росте органов проростка.

Корень. Основные функции корня. Топографические зоны корня: деления, растяжения, поглощения, проведения. Корневой чехлик. Корневые волоски. Внутреннее строение корня: перидерма, первичная кора, центральный цилиндр. Особенности заложения и расположения первичных проводящих тканей. Отличие строения корня от стебля. Перихил. Вторичное утолщение корня. Камбий и его деятельность. Корень главный, боковые корни и придаточные. Строение корневой системы в зависимости от условий среды и видовых особенностей растения. Дополнительные функции и метаморфозы корней.

Побег. Понятие о побеге. Узел, междуузлие. Листорасположение. Строение почки как зародыша побега. Типы почек. Конус нарастания. Заложения камбия и дифференциация тканей. Верхушечный и вставочный рост побега.

Стебель и его основные функции. Строение однолетнего стебля двудольного растения. Строение стебля однодольного растения. Структурные процессы, приводящие к отмиранию однолетних трав. Строение многолетнего стебля древесных растений. Зимующие и спящие почки. Годичный прирост побега. Формирование ранней и поздней древесины в связи с разрастанием и прекращением роста листьев. Кольце-сосудистая и рассеянно-сосудистая древесина. Заложение пробкового камбия. Перидерма, ее образование, значение. Чечевички. Возрастные изменения многолетнего ствола. Корка, ядровая древесина, заболонь, их значение в жизни дерева.

Гистологические отличия вторичного луба и вторичной древесины голосеменных от покрытосеменных. Эволюция проводящих элементов. Специализация элементов древесины покрытосеменных в связи с развитием их функций - водопроводящей, механической и запасающей. Строение древесины у примитивных цветковых растений. Теоретическое и прикладное значение изучения древесины.

Лист и его функции. Возникновение листа в эволюции высших растений. Заложение и развитие листа. Части листа, их роль. Листья простые и сложные. Разнообразие листьев в пределах годичного побега; связь с онтогенетическими изменениями растения; их биологическое значение. Типы листорасположения. Анатомическое строение листа. Жилкование. Листопад, его биологическое значение.

Основные этапы эволюции стелы в связи с эволюцией морфологического строения растений. Строение телома безлистных риниофитов. Расщепление протостелы в связи с формированием листьев у псилотума и плауна. Диктиостела папоротников. Эвстела голосеменных и двудольных растений, атактостела однодольных в связи с характером строения верхушки вегетативного побега и листового следа.

Тема № 4. Анатомическое и морфологическое строение растений, приспособленных к различным условиям обитания.

Особенности строения растений листопадных лесов. Приспособление различных жизненных форм к перезимованию. Особенности строения листа мезофитов-деревьев, луговых трав, а также лесных трав-сциофитов. Строение растений аридных областей (степи, пустыни, полупустыни). Ксерофиты-суккуленты и склерофиты, ликнофиты.

Морфологическое и анатомическое строение стеблевых и листовых суккулентов. Основные особенности строения листа, стебля, корневой системы склерофитов. Особенности жизненных форм и ритма развития растений пустыни.

Строение растений избыточного увлажнения местоситаний (гидрофитов). Особенности строения тканей и органов водных растений в связи со спецификой их онтогенеза.

Морфологическое и анатомическое строение кустарничков олиготрофных верховых болот.

Изменение основных функций органа как основа его метаморфоза. Органы аналогичные и гомологичные, их критерии (характер строения, положение на растении, наличие переходных форм). Метаморфоз побега. Видоизменение надземных и подземных побегов. Метаморфоз листа. Видоизменения вегетативных органов у насекомоядных растений. Метаморфоз корня. Редукция листьев и корней у паразитных растений.

Тема № 5. Размножение цветковых растений, строение органов размножения.

Вегетативное размножение. Специализированные органы вегетативного размножения. Корнеотпрысковые растения. Роль вегетативного размножения в природе и в практической деятельности человека.

Генеративный конус нарастания; развитие цветка. Строение цветка и функции его частей.

Андроцей. Морфологическое и анатомическое строение тычинки. Строение пыльцы. Микроспорогенез и развитие мужского гаметофита.

Гинецей. Типы гинецея. Части пестика. Строение завязи. Типы плацентации. Строение семезачатка. Мегаспорогенез и развитие женского гаметофита. Процесс двойного оплодотворения.

Соцветия, их типы.

Цветение и опыление. Перекрестное опыление; приспособления к перекрестному опылению (однодомные и двудомные растения, дихограмия, гетеростиллия и т.д.). Самоопыление, клейстогамия. Ветроопыляемые и насекомоопыляемые растения; особенности строения их цветка. Семя, его части. Развитие семени. Апомиксис, голиэмбриония. Зародыш однодольных и двудольных растений. Типы семян в зависимости от места отложения в них запасных питательных веществ. Плод, его биологическое значение. Строение околоплодника. Классификация плодов. Приспособления к распространению плодов и семян.

Раздел «Систематика высших растений»

Тема № 1. Признаки высших растений. Отдел Моховидные

Возможные предки мохообразных. Общая морфолого-анатомическая характеристика. Классификация мохообразных. Экология и распространение мховообразных.

Класс Печёночные мхи, или Печёночники. Талломные и листостебельные формы. Строение гаметангии. Особенности строения спорангии. Подкласс Маршанциевые. Подкласс Юнгерманниевые.

Класс Антоцеротные. Общая характеристика. Особенности строения гаметангии и спорогенеза. Черты сходства с печеночниками. Положение в системе мохообразных.

Класс Листостебельные мхи. Развитие и строение гаметофита; гаметангии. Строение спорогенеза. Подклассы: Зелёные (Бриевые), Андреевые и Сфагновые мхи; общая характеристика, основные представители. Географическое распространение мхов; их роль в растительном покрове; экологические группы мхов. Хозяйственное значение мхов; мхиторфообразователи.

Отделы вымерших растений.

Общая характеристика споровых растений. Отдел Зостерофилловые. Общая характеристика. Эволюционное значение отдела. Отдел Тримерофитовые. Общая характеристика. Эволюционное значение отдела.

Тема № 2. Сосудисто-споровые растения

Отдел Плаунообразные. Общая морфолого-анатомическая характеристика. Жизненный цикл. Микрофилляция. Равноспоровость и разноспоровость. Деление на классы.

Класс Плауновые. Зымерише представители класса (порядки Астероксиловые и Протолепидодендровые). Порядок Плауновые. Общая характеристика; особенности строения и развития заростков.

Класс Полушниковые. Представители порядка Легидодендроновых: лепидодендрон, сигиллярия. Своеобразие анатомического строения; вторичное утолщение, мощное развитие перидермы и др. Роль данных вымерших растений в образовании каменного угля. Ныне живущие полушниковые – представители порядков Селагинелловых и Полушниковых; морфолого-анатомическая характеристика, сильная редукция гаметофита.

Отдел Хвоющеобразные. Общая характеристика. Разделение отдела на классы.

Характерные особенности. Порядки каламитовые, хвоющие; анатомическое строение, строение стробилов. Особенности спор и заростков.

Отдел Папоротниковые.

Общая морфолого-анатомическая характеристика спорофита; макрофилляция, типы стеллярной структуры, листовые прорывы и прорывы ветвлений. Спорангии и их развитие (эу- и лептоспорангия), сорусы, синанги. Равно- и разноспоровость.

Ископаемые папоротники: классы Кладоксиевые, Зигоптерисовые.

Класс Ужовниковые. Общая характеристика. Ужовник, гроздовник, гельминтостахис. Своеобразие строения; спорангии, споры, заростки.

Класс Многоножковые. Общая характеристика. Разнообразие анатомического строения. Развитие спорангия. Равно- и разноспоровость. Деление класса на подклассы. Подкласс Полиподииды. Разнообразие жизненных форм. Морфолого-анатомическая характеристика на примерах папоротников отечественной флоры. Спорангии, сорусы. Равноспоровость. Строение заростков. Гаметангии. Оплодотворение. Развитие молодого спорофита. Подклассы разноспоровых многоножковых – Сальвиевые и Марсилиевые, особенности их местообитания; морфолого-анатомическое строение. Разноспоровость. Строение сорусов сальвиевых и спорокарпий марсилиевых. Редукция гаметофитов.

Тема № 3. Отдел Голосемянные.

Общая морфолого-анатомическая характеристика голосеменных и их происхождение. Особенности строения стробилов. Синангиальная гипотеза происхождения семяпочки. Нуцеллус как мегаспорангий. Микроспорангии. Микро- и мегаспорогенез и развитие гаметофитов. Пыльцевые зёрна и опыление. Завершение развития мужского гаметофита в пыльцевой камере семяпочки; образование пыльцевой трубы. Мужские гаметы – сперматозоиды и спермии. Оплодотворение. Развитие и строение семени.

Класс Семянные папоротники. Общая морфолого-анатомическая характеристика. Особенность строения микроспорангии и семяпочек. Калимматотека, медуллоза и кейтониевые как представители класса.

Класс Саговниковые. Общая характеристика. Характерные представители класса.

Класс Гинкговые. Общая характеристика. Современный представитель класса – гинкго двупластный.

Класс Хвойные. Общая характеристика. Главнейшие представители порядка сосновых и особенности их строения. Хозяйственное значение хвойных.

Тема 4. Подклассы двудольных цветковых растений.

Отдел покрытосемянные, или цветковые растения.

Объём отдела. Распространение покрытосеменных и их роль в биосфере.

Цветок как характерный признак отдела. Теория происхождения цветка. Стробильная (эвантовая) теория Арбера и Паркина и современные корректизы в ней. Псевдантовая теория Веттштейна и Карстена. Теломная теория происхождения частей цветка.

Андроцей. Микроспорогенез, развитие микроспор и мужских заростков (пыльцевых зёрен), их отличия от пыльцевых зёрен голосеменных растений. Морфологическое разнообразие пыльцевых зёрен. Значение структурных особенностей пыльцевых зёрен для систематики растений.

Гинецей. Плодолистики как гомологи мегаспорофиллов. Строение пестика. Образование завязи, ее положение в цветке и биологическое значение. Стилодии и столбики. Типы гинецея. Мегаспорогенез, развитие и строение женского заростка – зародышевого мешка. Разные типы его развития.

Происхождение покрытосеменных растений. Время их возникновения в истории Земли, условия, благоприятствующие их появлению и определившие расцвет и господство современной флоры.

Предки покрытосеменных растений. Разные группы высших и низших растений как предполагаемые предки покрытосеменных. Гипотезы гибридного происхождения цветковых.

Важные направления морфологической эволюции покрытосеменных.

Палеоботаника, сравнительная морфология (в том числе, анатомия, цитология, палинология, карпология, эмбриология, тератология), физиология, биохимия, география растений и их значение для систематики цветковых растений.

Важнейшие таксоны покрытосеменных.

Класс Двудольные. Магнолиопсиды. Общая характеристика; основные направления эволюции. Отношение к однодольным.

Анатомические особенности; жизненные формы; строение и направление эволюции соцветия, цветка, плода; разделение на подклассы; важнейшие представители; хозяйственное значение.

Тема № 5. Подклассы Однодольных цветковых растений.

Общая характеристика; происхождение односемядольного зародыша; анатомические и биологические особенности; важнейшие направления эволюции.

важнейшие представители; роль в природе и значение в хозяйстве.

Тема № 6. География растений

География растений. Ареалы, их виды. Элементы флоры. Основы фитоценологии (геоботаники). Растительные сообщества и основные типы растительного покрова. Фитоценоз как компонент биогеоценоза. Флористическая география мира.

Модуль 5. «Биохимия и физиология растений»

1. Статус модуля

Биохимия и физиология растений являются фундаментальными дисциплинами необходимыми для понимания процессов жизнедеятельности организма на разных уровнях организации живой материи. Объединяющим началом этих научных направлений служат вещества, лежащие в основе процессов жизнедеятельности организма.

Физиология растений - область науки, изучающая процессы, определяющие жизнь растений, особенности их метаболизма и системы их регуляции. Исследования охватывают молекулярный, клеточный, организменный и ценотический уровни. Физиология и биохимия растений лежит в основе интенсификации растениеводства, микроклонального размножения растений, биотехнологии получения важных продуктов на основе изолированных растительных клеток и тканей, а также решения задач охраны окружающей среды.

2. Цель и задачи модуля

Цель модуля - получение и творческое освоение учащимися систематизированных биохимических и молекулярно-биологических знаний и терминологий, формирование умения анализа полученных структурных и экспериментальных данных для активного использования их в своей научно-исследовательской работе.

Задачи модуля:

Изучить главные химические компоненты клетки, их пространственную структуру и роль в биологических системах

Рассмотреть основные системы биохимического метаболизма;

Получить представление о биохимических цепях и циклах, протекающих в живых организмах, а также изучить регуляцию этих процессов; -

Изучить процессы, приводящие к синтезу макроэргических соединений; биоэнергетические процессы: гликолиз, окислительное фосфорилирование и др.

Рассмотреть современные аналитические методы работы с биологическими объектами.

3. Содержание основных разделов модуля

Тема № 1. Белки. Строение. Свойства. Значение для живых организмов

Аминокислотный состав белков. Алифатические аминокислоты - глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин. Аминокислота - пролин. Ароматические аминокислоты - фенилаланин, триптофан, тирозин. Оксиаминокислоты - серин и треонин. Дикарбоновые аминокислоты и их амиды - глутаминовая и аспарагиновая аминокислоты, глутамин и аспарагин. Основные аминокислоты - лизин, аргинин и гистидин. Серосодержащие аминокислоты - цистеин и метионин. Цистин, оксилизин и эксипролин - продукты превращения аминокислотных остатков в составе белковых молекул. Пептидная связь. Электрохимические и спектральные характеристики пептидной связи, боковых и концевых групп белков и пептидов.

Тема № 2 Углеводы. Классификация. Свойства. Значение для живых организмов

Моносахариды, основные представители класса. Альдегиды. Кетоны. Многоатомные спирты. Оптическая изомерия. Дисахариды, основные представители класса, Олигосахариды, основные представители класса, Полисахариды. Типы связей в молекулах полимеров. Гомополисахариды и их роль в биологических системах. Гетерополисахариды.

Тема № 3. Липиды. Классификация. Мембранные липиды.

Классификация липидов. Простые липиды. Жирные кислоты. Жирные альдегиды. Жирные спирты. Сфингозиновые основания. Воска. Сложные липиды. Фосфолипиды. Гликолипиды. Сфинголипиды. Ацилглицериды. Липиды мембран и их структура.

Тема № 4. Ферменты. Строение. Классификация. Механизм действия.

Ферментативный катализ. Строение ферментов. Участие ионов металлов и специальных органических молекул (протестических групп) в катализитическом действии ряда ферментов. Механизм действия ферментов. Сорбция субстратов на специализированных (адсорбционных) центров ферментов, как первая стадия всех ферментативных процессов. Химическое взаимодействие субстратов с ферментами, как промежуточная стадия некоторых ферментативных процессов. Катализический центр ферментов. Кинетическое уравнение для односубстратной ферментативной реакции (уравнение Михаэлиса). Максимальная скорость и константа Михаэлиса. Единицы активности фермента. Конкурентное ингибирирование ферментов. Аллюстериические эффекторы (активаторы и ингибиторы). Субъединичные ферменты. Классы ферментативных реакций. Оксидоредуктазы. Трансферазы. Гидrolазы. Лиазы. Изомеразы. Лигазы (синтетазы).

Тема № 5. Пластический обмен. Фотосинтез.

Значение фотосинтеза в биосфере. Локализация фотосинтеза в хлоропластах. Световые и темновые реакции фотосинтеза.

Световая стадия фотосинтеза как индуцированный светом перенос электронов от воды к NADP+. Хлорофиллы и концепция фотосинтетической единицы, реакционный центр. Две фотосистемы I и II. Фотосистема I. Восстановленный ферредоксин, и перенос электрона с него на NADP+ с образованием NADPH. Фотосистема II. Образование сильного окислителя. Окисление воды до молекулярного кислорода. Перенос электронов от системы II к системе I. Пластохинон, цитохромы b559, c552 (цитохром f) и пластоцианин - промежуточные переносчики электронов. Создание в процессе переноса электронов протонного градиента и запуск синтеза ATP. Циклическое фотосинтетическое фосфорилирование. Общий энергетический баланс световой стадии фотосинтеза.

Темновая стадия фотосинтеза. Взаимодействие CO₂ с 1,5-рибулозидифосфатом с образованием двух молекул 3-фосфоглицерата. Рибулозидифосфат карбоксилаза. Фосфорилирование 3-фосфоглицерата с образованием 1,3-дифосфоглицерата и восстановление последнего с помощью NADPH до 3-фосфоглицеринового альдегида. Синтез

гексозы из двух молекул триозофосфата. Цепь превращений альдоз- и кетозо-фосфатов при фотосинтезе с регенерацией в конце рибулозо-1,5-дифосфата.. Перенос двухуглеродного остатка от фруктозо-6-фосфата на 3-фосфоглицериновый альдегид с образованием эритрозо-4-фосфата и ксилулозо-5-фосфата. Синтез седогентулозо-1,7-дифосфата из эритрозо-4-фосфата и дигидроксиацетонфосфата. Перенос двухуглеродного остатка с седогентулозо-1,7-дифосфата на 3-фосфоглицериновый альдегид с образованием рибозо-5-фосфата и ксилулозо-5-фосфата. Изомеризация рибозо-5-фосфата и ксилулозо-5-фосфата в рибулозо-5-фосфат. Фосфорилирование рибулозо-5-фосфата и регенерация рибулозо-1,5-дифосфата. Биоэнергетический баланс синтеза одной молекулы гексозы из CO₂. Регуляция цикла Кальвина.

Тема № 6. Энергетический обмен. Гликолиз.

Образование глюкозо-6-фосфата из глюкозы и гликогена. Изомеризация глюкозо-6-фосфата во фруктозо-6-фосфат. Получение фруктозо-1,6-дифосфата. Расщепление фруктозо-1,6-дифосфата до глицеральдегид-3-фосфата и дигидроксиацетонфосфата. Взаимопревращение триозофосфатов. Окисление глицеральдегид-3-фосфата до 3-фосфоглицерата, сопряженное с фосфорилированием карбоксильной группы. Механизм сопряжения. Образование макроэргической связи. Перенос фосфорильного остатка на ADP. Изомеризация 3-фосфоглицерата в 2- фосфоглицерат. Участие 1,3-дифосфоглицерата в реакции изомеризации. Дегидратация 2- фосфоглицерата и образование макроэргического соединения - фосфоенолпируват. Пируваткиназа и образование АТР из ADP. Пируват, как конечный продукт гликолиза. Превращение пирувата в анаэробных условиях. Молочно-кислое и спиртовое брожение. Биоэнергетический баланс анаэробного гликолиза. Превращение пирувата в аэробных условиях.

Тема № 7. Работа пируват дегидрогеназного комплекса

Окислительное тиаминпирофосфат зависимое декарбоксилирование пирувата, сопровождающееся переносом остатка ацетальдегида на липоевая кислота. Образование ацетилкофермента А. Регенерация окисленного липоата. Энергетический баланс превращения глюкозы в ацетил-СоА.

Тема № 8. Цикл Кребса. ЭТЦ митохондрий

Значение катаболических процессов для биоэнергетики клетки. АТР - основной аккумулятор энергии в клетке. Макроэргические связи. Окисление NADH кислородом - основной процесс, приводящий к образованию макроэргических связей. Основные реакции цикла трикарбоновых кислот. Синтез цитрата и изомеризация его в изотитрат. Аконитаза. Окислительное декарбоксилирование изоцитрата. Зависимое от тиаминпирофосфата декарбоксилирование α -кетоглутарата. Перенос сукцинильного остатка на липоат. Образование сукцинил-СоА и его превращение в сукцинат, сопряженное с фосфорилированием GDP. Окисление янтарной кислоты до фумаровой. Образование малата и его окисление до оксалоацетата. Необходимость анаплеротических путей (путей пополняющих запас компонентов, участвующих в цикле). Зависимое от АТР и биотина карбоксилирование пирувата - анаплеротический путь синтеза оксалоацетата.

Локализация процесса в митохондриях. Разделение субмитохондриальных частиц, осуществляющих перенос электронов на четыре комплекса. Окисление NADH убихиноном, катализируемое комплексом I. Окисление сукцината убихиноном, катализируемое комплексом II. Окисление восстановленного убихинона окисленным цитохромом с, катализируемое комплексом III. Окисление восстановленного цитохрома с молекулярным кислородом, катализируемое комплексом IV. Фосфорилирование ADP до АТР, сопряженное с переносом пары электронов в комплексах I, III и IV. Полный биоэнергетический эффект цикла трикарбоновых кислот.

3.Условия реализация программы.

3.1. Материально-технические условия реализации программы.

Программа реализуется в Институте живых систем (ИЖС) Балтийского федерального университета им. И.Канта (БФУ им. И.Канта). Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных современными компьютерными демонстрационными средствами (проектор, компьютер, интерактивная доска, телевизор), меловой доской. Практические и лабораторные занятия проводятся в учебных лабораториях по профилю занятия.

3.2. Список основной и дополнительной литературы.

Основная литература

1. Биология. Бактерии. Грибы. Растения. 6 класс. Пасечник В. В., 2013, М:Дрофа (<http://uchebniki.net/>)
2. Биология. Животные. 7 класс. Латюшин В. В., В. А. Шапкин, 2013, М:Дрофа (<http://uchebniki.net/>)
3. Биология. 8 класс. Сонин Н.И., М.Р.Сапин, 2012, М:Дрофа <http://uchebniki.net/>
4. Биология. 9 кл. Теремов А.В., Р.А.Петровская, А.И.Никишов, 2013, М:Владос <http://uchebniki.net/>
5. Биология. 10 класс: профильный уровень, Пономарёва И.Н., О.А.Корнилова, Л.В.Симонова, 2013, М:Вентана-Граф. <http://uchebniki.net/>
6. Биология. 11 класс И.Н. Пономарёва, О.А. Корнилова, Т.Е. Лошилина, П.В. Ижевский, 2013, М:Вентана-Граф <http://uchebniki.net/>

Дополнительная литература

Биология: учебник для студ. ВУЗов. Мамонтов С. Г., В. Б. Захаров, Т. А. Козлова, 2008, М.: Издательский центр «Академия»

Интернет-ресурсы

<https://rosuchebnik.ru/material/elektronnye-obrazovatelnye-resursy-po-biologii/> - Электронные образовательные ресурсы по биологии

3.3. Учебно-методическое обеспечение программы.

Программа курса «Биологическая академия школьников» предполагает значительный объем теоретического материала, поэтому аудиторные занятия (в виде лекций, занятий семинарского типа, занятий типа круглого стола, практических и лабораторных работ) дополняются самостоятельной работой школьника.

В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает перечень литературных и иных источников, подлежащих изучению по теме, дает рекомендации к самостоятельной работе. По окончании лекции предполагается, что школьники могут задавать вопросы преподавателю по теме лекции для уяснения материала.

Практические занятия проводятся в виде семинаров, круглых столов, где обсуждаются ключевые и наиболее сложные вопросы, разбираются задания, осваиваются алгоритмы решений. Кроме того, практические занятия проводятся в форме лабораторных работ, на которых изучаются схемы физиологических и биохимических процессов; цитологические и анатомические модели; гистологические, эмбриологические, ботанические, микробиологические и др. препараты, учащиеся обучаются приемам работы с лабораторной техникой и приготовления микропрепаратов в области ботаники и микробиологии.

Результаты самостоятельной работы проверяются на практических занятиях, а также с помощью оценки работы учащегося с заданиями и тестами.

Ведущие методы:

- словесный (лекция, объяснение алгоритмов решения задачий, беседа, дискуссия);
- наглядный (демонстрация натуральных объектов, презентаций, видеофильмов, анимаций, 3D моделей, фотографий, таблиц, схем в цифровом формате);
- поисковый, проблемный (обсуждение путей решения проблемной задачи);
- практический (решение биологических задач, освоение методов приготовления биологических препаратов, микроскопирование, наблюдение за биологическими объектами и др.).

4. Оценка качества освоения программы.

4.1 Текущий контроль

Для выявления уровня усвоения содержания программы и своевременного внесения коррекции в образовательный процесс, проводится текущий контроль в форме тестовых и практических заданий по модулю.

Механизм оценивания текущего контроля:

Низкий уровень. Требуются постоянные пояснения педагога при освоении понятий и закономерностей, решении биологических задач, выполнении заданий.

Средний уровень. Нуждается в пояснении последовательности работы, но после объяснения способен к самостоятельным действиям.

Высокий уровень. Самостоятельно способен находить и овладевать знаниями по заданной теме, выполнять задания в области биологии и смежных наук, решать биологические задачи.

4.2. Итоговый контроль.

Итоговый контроль проводится по окончанию освоения программы в форме итогового тестирования с включением практических заданий.

Механизм оценивания итогового контроля:

Низкий уровень. Требуются постоянные пояснения педагога при выполнении теоретических и практических заданий.

Средний уровень. Нуждается в пояснении последовательности работы, но после объяснения способен к самостоятельным действиям.

Высокий уровень. Самостоятельно правильно выполняет теоретические и практические задания.

По результатам текущего и итогового контроля обучающимся выдается свидетельство об освоении дополнительной общеобразовательной программы.

5. Кадровые условия.

Преподаватели БФУ им. И. Канта, квалифицированные специалисты, имеющие высшее профессиональное образование в области биологии.

6. Составители программы.

1. Костюшина Н.В., доцент ИЖС БФУ им. И Канта, к.б.н.
2. Булгаков Д.Б., доцент Института природопользования, территориального развития и градостроительства БФУ им. И Канта, к.б.н.
3. Петренко Д.Е., доцент Институт рекреации, туризма и физической культуры БФУ им. И. Канта, к.б.н.
4. Федураев П.В., ст. преп. ИЖС БФУ им. И. Канта, к.б.н.
5. Судоплатов К.А., ст. преп. ИЖС БФУ им. И. Канта