

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики
(БиоФиз_ИФББ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики
(БиоФиз_ИФББ)

наименование кафедры

В.А. Кратасюк

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФОТОБИОФИЗИКА/
PHOTOBIOPHYSICS

Дисциплина Б1.В.04 Фотобиофизика/ Photobiophysics

Направление подготовки /
специальность 06.04.01 Биология магистерская программа
06.04.01.10 Биологическая инженерия /
Biological Engineering

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

060000 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

направление 06.04.01 Биология магистерская программа 06.04.01.10

Биологическая инженерия / Biological Engineering

Программу
составили

канд. биол. наук, Доцент, Суковатая И.Е

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Фотобиофизика» имеет своей целью упорядочить знания студентов по вопросам действия самого распространенного внешнего фактора – света на биологические системы.

Тематику дисциплины составляют такие, на первый взгляд, разноплановые явления, как фотосинтез, зрение, биолюминесценция, канцерогенез и др. Изучение данного курса позволит студентам увидеть общность физико-химических механизмов этих процессов, что поможет в формировании у них целостного естественнонаучного мировоззрения.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины заключаются:

в освоении основных закономерностей и механизмов действия света на биологические системы различной сложности и организации, поскольку они лежат в основе многих фотобиологических явлений;

в ознакомлении с классификацией и характеристиками фотофизических и фотохимических стадий основных фотобиологических процессов;

в ознакомлении с научной аппаратурой для постановки экспериментов по изучению действия света на биосистемы.

Изучение дисциплины направлено на подготовку выпускника в области основ естественнонаучных знаний, получение высшего углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать следующими предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-3:готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	
Уровень 1	фундаментальные разделы фотобиофизики
Уровень 1	пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями фотобиофизики;

ПК-1: способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры	
Уровень 1	применять знания современных проблем и новейших достижений фотобиофизики в своей научно-исследовательской деятельности
Уровень 1	методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области фотобиофизики

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Вариативная дисциплина

Дисциплина «Фотобиофизика» относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 06.04.01 Биология, профилю 06.04.01.03 Биофизика, реализуемой в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Сибирский федеральный университет (далее Университет), в Институте фундаментальной биологии и биотехнологии на кафедре биофизики.

Для успешного освоения предлагаемого курса в полном объеме необходимо предварительное изучение курсов «Химия», «Биология», «Физика». Дисциплина «Фотобиофизика» служит основой для освоения студентами таких дисциплин, как «Современные проблемы биофизики», «Избранные главы биофизики» и др., а также в подготовке выпускных квалификационных работ, тематика которых связана с темами люминесценции биологических молекул, биолюминесценции, биолюминесцентного анализа.

Изучение модулей курса «Фотобиофизика» также будет способствовать формированию у студентов целостного естественнонаучного мировоззрения.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	0,83 (30)	0,83 (30)
занятия лекционного типа	0,28 (10)	0,28 (10)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,56 (20)	0,56 (20)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,17 (78)	2,17 (78)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие закономерности поглощения света биологическими системами. Экспериментальные методы фотобиофизики	2	3	0	12	
2	Фотобиохимические и фотобиофизические процессы и их характеристика	2	3	0	12	
3	Механизмы трансформации и переноса энергии в фотобиологических процессах	2	2	0	10	
4	Хемилюминесценция в биологических процессах	1	4	0	10	
5	Биолюминесценция	1	3	0	10	
6	Биофизика и биохимия фотосинтеза	1	3	0	12	

7	Другие фотобиологические явления: фоторецепция и зрение, фототропизм и фототаксис, фотомутагенез и фоторепарация ДНК. Перспективы современной фотобиофизики	1	2	0	12	
Всего		10	20	0	78	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

	<p>Тема 1.1. Определение фотобиофизики, ее место в ряду биологических дисциплин. Общая классификация электромагнитного излучения. Спектральная область фотобиологических процессов.</p> <p>Тема 1.2. Функционально-физиологические процессы и реакции, протекающие под действием света. Деструктивно-модификационные реакции.</p> <p>Тема 1.3. Общие стадии фотохимических реакций: поглощение света молекулами, электронно-возбужденные молекулярные состояния, первичная фотохимическая реакция, сопряжение фотохимических реакций с биохимическими реакциями, конечный биологический эффект* (А).</p> <p>Тема 1.4. Основные характеристики электромагнитного излучения Солнца и искусственных источников света.</p> <p>Тема 1.5. Квантовая природа света; формула Планка; соотношение между энергией кванта, длиной волны, частотой излучения. Корпускулярно-волновой дуализм. Квантово-механическая модель энергетических состояний атомов и молекул.</p> <p>Тема 1.6. Поглощение света молекулой. Поглощение и</p>			
--	---	--	--	--

2	2	<p>Тема 2.1. Химические свойства электронно-возбужденных молекулярных состояний.</p> <p>Тема 2.2. Квантовый выход и скорость фотохимической реакции.</p> <p>Тема 2.3. Основные типы фотохимических реакций.</p> <p>Тема 2.4. Основные законы фотохимии.</p> <p>Тема 2.5. Физические процессы, протекающие в возбужденных молекулах при фотохимических превращениях. Виды люминесценции.</p> <p>Тема 2.6. Систематика молекул по спектрально-люминесцентным свойствам.</p> <p>Тема 2.7. Фотолюминесценция. Фотолюминесценция биологических молекул и альтернативные пути растраты энергии возбуждения. Основные параметры люминесценции.</p> <p>Тема 2.8. Флуоресценция: основные характеристики и параметры: стоксов сдвиг, независимость спектра испускания от длины волны возбуждения, правило зеркальной симметрии, принцип Франка–Кондона, времена затухания и квантовые выходы флуоресценции, поляризация флуоресценции.</p> <p>Тема 2.9. Тушение флуоресценции. Уравнение Штерна-Фольмера.</p> <p>Тема 2.10. Биологически важные флуоресцирующие</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

3	3	<p>Тема 3.1. Межмолекулярный перенос энергии и электрона. Миграция энергии. Скорости дезактивации возбужденных состояний.</p> <p>Тема 3.2. Перенос энергии по индуктивно-резонансному механизму.</p> <p>Тема 3.3. Перенос энергии по обменно-резонансному механизму.</p> <p>Тема 3.4. Миграция экситона, полупроводниковая миграция энергии, фотопроводимость, роль ловушек.</p> <p>Тема 3.5. Физические методы изучения переноса энергии</p>	2	0	0
4	4	<p>Тема 4.1. Механизмы трансформации энергии биохимических реакций в свет. Количественные характеристики хемилюминесценции. Генерация хемилюминесценции свободными радикалами.</p> <p>Тема 4.2. Хемилюминесценция при перекисном окислении липидов, природа перекисных свободных радикалов.</p> <p>Тема 4.3. Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.</p>	1	0	0

5	5	<p>Тема 5.1. Билюминесцентные организмы.</p> <p>Тема 5.2. Общий механизм билюминесценции.</p> <p>Тема 5.3. Билюминесцентная реакция светляков*(А).</p> <p>Тема 5.4. Билюминесценция кишечнорастворимых*(А).</p> <p>Тема 5.5. Физико-химические механизмы билюминесценции бактерий*(А).</p> <p>Тема 5.6. Малоизученные типы билюминесцентных реакций.</p> <p>Тема 5.7. Физико-химические основы билюминесцентного анализа.</p>	1	0	0
---	---	---	---	---	---

6	6	<p>Тема 6.1. Эволюция фотосинтеза. Фотохимические реакции в первичной атмосфере Земли*(А).</p> <p>Тема 6.2. Фотосинтез в пробиотическом этапе эволюции. Зарождение гетеротрофии и автотрофии.</p> <p>Тема 6.3. Возникновение фотосинтеза, использующего видимый свет*(А).</p> <p>Тема 6.4. История открытия фотосинтеза*(А).</p> <p>Тема 6.5. Фотосинтезирующие организмы*(А).</p> <p>Тема 6.6. Световая и темновая фазы фотосинтеза.</p> <p>Тема 6.7. Основные классы фотосинтетических пигментов: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины.</p> <p>Тема 6.8. Строение фотосинтетического аппарата.</p> <p>Тема 6.9. Типы фотосистем.</p> <p>Тема 6.10. Общая схема фотосинтетического потока электронов.</p> <p>Тема 6.11. Функциональные взаимодействия компонентов фотосинтетического аппарата</p> <p>Тема 6.12. Механизм фотофосфорилирования</p> <p>.</p> <p>Тема 6.13. Строение АТР-синтазы.</p> <p>Тема 6.14. Механизм работы АТР-синтазы.</p> <p>Тема 6.15. Циклическое фотофосфорилирование</p> <p>.</p> <p>Тема 6.16. Синтез углеводов в</p>	1	0	0
---	---	--	---	---	---

7	7	<p>Тема 7.1. Фоторецепция у различных видов организмов. Зрение. Строение глаза, сетчатки и фоторецепторных клеток. Молекулярные механизмы зрения. Роль ионов кальция в регуляции зрительных сигнальных процессов.</p> <p>Тема 7.2. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов. Фототаксис и фотосинтез. Фототропизм. Фотоморфогенез. Хронобиология и фотопериодизмы. Фотобиосинтетические реакции. Другие фотобиосинтетические реакции.</p> <p>Тема 7.3. Повреждающее действие света на человека, животных и другие организмы. Биологическое действие ультрафиолетового спектра. Летальное действие ультрафиолетового света на микроорганизмы</p> <p>Тема 7.4. Механизмы рецепции света у высших растений. Рецепция световых сигналов растениями. Фоторецепция в красной области спектра: фитохромная система. Фоторецепция в синей области спектра: криптохром и фототропин.</p> <p>Тема 7.5. Фотохимические реакции в нуклеиновых кислотах, белках и липидах. Действие ультрафиолетового света на нуклеиновые</p>	1	0	0
---	---	---	---	---	---

Всего		10	0	0
-------	--	----	---	---

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Функционально-физиологические процессы и реакции, протекающие под действием света. Основные характеристики электромагнитного излучения Солнца и искусственных источников света	3	0	0
2	2	Фотохимия: основные законы Виды люминесценции. Фотолюминесценция. Основные параметры люминесценции. Флуоресценция: основные характеристики и параметры: стоксов сдвиг, независимость спектра испускания от длины волны возбуждения, правило зеркальной симметрии, принцип Франка–Кондона, времена затухания и квантовые выходы.	3	0	0
3	3	Хемилюминесценция в биологических процессах Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.	2	0	0
4	4	Биолюминесцентные организмы Биолюминесцентный анализ: физико-химические основы; типы биолюминесцентных реакций	4	0	0

5	5	Биофизика и биохимия фотосинтеза	3	0	0
6	6	Фотобиологические явления: фоторецепция и зрение, фототропизм и фототаксис, фотомутагенез и фоторепарация ДНК	3	0	0
7	7		2	0	0
Всего			20	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Суковатая И. Е., Кратасюк В. А., Межевикин В. В., Свидерская И. В., Есимбекова Е. Н., Немцева Е. В., Кудряшева Н. С.	Фотобиофизика: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Гительзон И. И., Каратасюк В. А., Лопатин В. Н., Апонасенко А. Д., Филимонов В. С., Фишов В. В., Холостова З. Г., Гаевский Н. А., Григорьев Ю. С., Тихомиров А. А., Гительзон И. И., Печуркин Н. С.	Экологическая биофизика: Том 1. Фотобиофизика экосистем: [в 3 томах : учебное пособие]	Москва: Логос, 2002
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Суковатая И. Е., Кратасюк В. А., Межевикин В. В., Свидерская И. В., Есимбекова Е. Н., Немцева Е. В., Кудряшева Н. С.	Фотобиофизика: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

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

Э1	Специализированный научный поисковый сервер Google	http://scholar.google.com
Э2	Ресурс Science Direct	http://www.sciencedirect.com/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам:

Модуль 1.

Общие закономерности поглощения света биологическими системами. Экспериментальные методы фотобиофизики

Качественный и количественный спектрофотометрический анализ. Аппаратура для проведения оптического спектрального анализа. Основные типы спектрофотометров. Основные типы современных спектрофотометров, их устройство и технические характеристики. Современные источники светового излучения. Лазеры. Основные типы фотоприемников. Фотоумножители для измерения ультраслабого фотоизлучения. Виды искажений, регистрируемых

спектров и способы их уменьшения.

0,22 (8)

Модуль 2.

Фотобиохимические и фотобиофизические процессы и их характеристика

Примеры биологически важных флуоресцирующих молекул.

Природные и искусственные флуорофоры.

Флуоресцентные метки и зонды.

Зеленый флуоресцентный белок (GFP).

Возможности применения флуорофоров при изучении белков, нуклеиновых кислот и мембранных структур клетки.

Возможности использования анизотропии флуоресценции, резонансного переноса энергии процессов, тушения люминесценции для исследования структуры и динамики биологических макромолекул

Динамическое тушение, статическое тушение, смешанное динамическое и статическое тушение флуоресценции.

Тушители флуоресценции

Природные флуорофоры (аминокислоты, коферменты, нуклеиновые кислоты, пигменты).

Искусственные флуорофоры (метки для белков, нуклеиновых кислот, мембран, флуорогенные зонды, индикаторы). Флуоресцентные метки и зонды.

Флуоресцентные белки. Фикобилипротеины. Фитофлуоры. Уникальность зеленого флуоресцентного белка (GFP). Семейство GFP-подобных белков.

Возможности использования анизотропии флуоресценции, резонансного переноса энергии процессов, тушения люминесценции для исследования структуры и динамики биологических макромолекул.

0,22 (8)

Модуль 3.

Механизмы трансформации и переноса энергии в фотобиологических процессах

Примеры реализации в биологических системах межмолекулярного переноса энергии и электрона.

Примеры реализации в биологических системах миграции энергии. Значения скорости дезактивации возбужденных состояний в биологических системах различной сложности.

Примеры реализации в биологических системах переноса энергии по индуктивно-резонансному механизму.

Примеры реализации в биологических системах переноса энергии по обменно-резонансному механизму.

Примеры реализации в биологических системах миграции экситона.

Примеры реализации в биологических системах полупроводникового механизма миграция энергии.

0,22 (8)

Модуль 4.

Хемилюминесценция в биологических процессах

Классификация явлений хемилюминесценции в биологических системах. Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.

0,19 (7)

Модуль 5.

Биолюминесценция

Симбиотические и патогенные светящиеся бактерии. Люминесценция светящихся бактерий.

Разновидности люминесцентных грибов и их биолюминесцентные свойства. Спектр биолюминесценции грибов. Механизм биолюминесценции грибов.

Разновидности биолюминесцентных червей. Сравнительные исследования биолюминесценции земляных червей. Люминесцентные гусеницы и куколки. Люцифераза из *Phrixothrix hirtu*.

Применение биолюминесценции в медицине. 0,19 (7)

Модуль 6.

Биофизика и биохимия фотосинтеза

Образование АТФ и NADPH. Z-схема организации электронно-транспортных сетей. Теория Митчелла сопряжения окисления высокоэнергетических молекул и синтеза АТФ

Различия между фотосинтезирующими организмами и гетеротрофами. История открытия цикла синтеза глюкозы. Баланс реакций цикла Кальвина. С3-растения и С4-растения.

Сравнение бактериального и растительного фотосинтеза. Фотосистема пурпурных бактерий *Rhodospseudomonas viridis*. Фотосистема архебактерий *Halobacterium halobium*.

Фотосинтетический контроль. Регуляция электронного транспорта. Регуляция распределения света в хлоропластах. Регуляция активности ферментов фотосинтетического аппарата.

Биофизические методы экспресс-диагностики. Переменная флуоресценция хлорофилла. Замедленная флуоресценция хлорофилла. Хемилюминесценция и термолюминесценция хлорофилла. Взаимодействие света с фитоценозами. Методы оценки спектральной

эффективности действия видимого излучения на растения. 0,22 (8)

Модуль 7.

Другие фотобиологические явления: фоторецепция и зрение, фототропизм и фототаксис, фотомутагенез и фоторепарация ДНК. Перспективы современной фотобиофизики

Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.

Фитохром – универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фотохромных молекулах и фотохромном механизме фотоактивации ферментов.

ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями. Фоторепарация ДНК.

Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света. Основы фотодинамической терапии.

Роль света в происхождении жизни. Возникновение и эволюция фотосинтетических систем. Создание новых методов анализа. Возможное техническое применение. Создание водородной фотоэнергетики. Нерешенные проблемы в фотобиофизике и возможные пути их прояснения. 0,22 (8)

Написание и защита итогового проекта/реферата

Основной целью выполнения данной работы является развитие мышления и творческих способностей студента.

В процессе выполнения итогового проекта/реферата у студента должны сформироваться следующие навыки:

- применения методов научного познания;
- анализа различных фотобиологических явлений и процессов в биологических системах различной сложности;
- владения методологией обучения, постановки и разрешения проблем;
- способности к самоорганизации, организации и планированию;
- работы с компьютером, умения использовать современные

информационные технологии (справочные системы, Интернет и др.) для получения доступа к источникам информации, хранения и обработки данных;

- управления информацией и приемов информационно-описательной деятельности;

- грамотной письменной и устной речи.

Написание реферативного исследования требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом, по согласованию с преподавателем.

Тему итогового проекта/реферата студент выбирает самостоятельно из представленных ниже (или предлагает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения:

Общие закономерности поглощения света биосистемами.

Типы фотохимических реакций.

Действие ультрафиолета на нуклеиновые кислоты.

Действие ультрафиолета на белки.

Действие ультрафиолета на липиды.

Фотоинактивация ферментов.

Флуоресцентные метки и зонды.

Зеленый флуоресцентный белок (GFP).

Анизотропия флуоресценции.

Резонансный перенос энергии в биологических системах.

Фотохимические реакции тимина, урацила, цитозина.

Роль фотохимических процессов в атмосфере.

Искусственные флуорофоры.

Природные флуорофоры.

Тушение люминесценции.

Флуоресцентные белки.

Общие закономерности и особенности поглощения света биосистемами.

Биолюминесцентная визуализация (bioluminescence imaging).

Фоторегуляция движения.

Действие УФ-излучения на растения.

Фотобиологические реакции кожи.

Сходства и различия структурной организации пигментных систем низших и высших растений.

Пигменты.

Структурная организация и оптические свойства пигментов цветового зрения млекопитающих.

Зрительные пигменты.

Роль фотосинтеза в развитии биосферы земли.

Фототерапия.

Использование люминесценции фотосинтетических пигментов в экологических исследованиях.

АТР-азный комплекс.

Фотодыхание.

Организация бактериального фотосинтетического аппарата.

Фотоморфогенез.

Фототропизм.

Фототаксис.

Фотоиндуцированный каротиногенез.

Реферат включает следующие структурные элементы: Титульный лист, Содержание, Введение, Обзор литературы, Заключение, Библиографический список, Приложения. Подробное описание структуры реферата по дисциплине «Фотобиофизика» представлены в методических указаниях по самостоятельной работе.

Проект должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц, должен сопровождаться библиографическим списком, который составлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание». Проект должен быть размещен в закрытом личном кабинете учащегося образовательного пространства Университета (i.sfu-kras.ru) не позднее 11 недели семестра.

Защита итоговых проектов/рефератов проводится, начиная с 12 недели 2 семестра.

Для защиты реферата студент готовит презентационные материалы, оформленные в виде последовательности слайдов, демонстрируемых на экранах для аудитории слушателей. Электронные презентационные материалы (ЭПМ) разрабатываются как средство сопровождения общения докладчика с аудиторией, при этом современные ЭПМ должны предоставлять докладчику возможность произвольно регулировать темп изложения материала, частоту смены слайдов, а также дополнять письменно или в устной форме сведения, представленные на слайдах. ЭПМ являются средством, предоставляющим возможность наглядного сопровождения образовательного и научных процесса с применением мультимедийных технологий, в том числе с использованием графических образов, что особенно важно при изучении «Фотобиофизики», поскольку появляется возможность понять на молекулярном уровне, например, с помощью специальных мультимедийных элементов, основные механизмы, лежащие в основе фотобиологических процессов.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Работа осуществляется при помощи широкого спектра лицензионных программных продуктов, закупленных по программе развития СФУ: Microsoft Office, Adobe Acrobat и др., а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).
-------	---

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	В рамках изучения дисциплины обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
9.2.2	– свободный доступ в сеть Интернет, в т. ч. к электронным реферативным базам данных, включающих научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей, в том числе и для российских авторов (Издательство «Лань», Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU));
9.2.3	– доступ к Freedom Collection издательства Elsevier, в которую входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины. Охват более 15000 названий журналов.

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое для реализации дисциплины «Фотобиофизика» материально-техническое обеспечение включает в себя:

учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс;

компьютерный класс, укомплектованные современными компьютерами, классы на 15 рабочих мест с выходом в Интернет.

Помимо вышеперечисленного оборудования, обучающие по направлению подготовки 06.04.01 Биология, профилю 06.04.01.03 Биофизика, имеют доступ к научному оборудованию лаборатории «Биолюминесцентные биотехнологии», созданной под руководством лауреата Нобелевской премии, профессора Осаму Шимомура по гранту, выделенному Сибирскому федеральному университету Правительством РФ в рамках постановления № 220 от 9 апреля 2010 г. «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования».