

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.05 Фотобиофизика/ Photobiophysics

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

06.04.01 Биология

Направленность (профиль)

06.04.01.10 Биологическая инженерия (Biological Engineering)

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

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

должность, инициалы, фамилия

## 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен осуществлять выбор форм и методов научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем научного исследования</b>	
ПК-1.1: Владеет методами поиска и анализа научной информации для осуществления выбора форм и методов научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем научного исследования; навыками постановки целей и задач исследования, обобщения и представления результатов	Знать: принципы осуществления поиска и анализа научной информации для выбора новых направлений исследований, форм и методов научно-исследовательской деятельности в соответствии с тематикой научного исследования Уметь: осуществлять поиск и анализ научной информации для выбора новых направлений исследований, форм и методов научно-исследовательской деятельности в соответствии с тематикой научного исследования Владеть: навыками осуществления поиска и анализа научной информации для выбора новых направлений

исследования, оценки их полноты, достоверности, новизны и перспектив практического применения; навыками формирования научных отчетов и подготовки текстов научных публикаций	исследований, форм и методов научно-исследовательской деятельности в соответствии с тематикой научного исследования
ПК-1.2: Способен решать поставленные в научном исследовании задачи с использованием современных методических подходов и специализированного оборудования	Знать: подходы анализа новой научной проблематики и обоснования перспектив проведения исследований в области научного исследования Уметь: осуществлять анализ новой научной проблематики и обоснование перспектив проведения исследований в области научного исследования Владеть: навыками анализа новой научной проблематики и обоснования перспектив проведения исследований в области научного исследования
<b>УК-4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>	
УК-4.1: Демонстрирует интегративные умения, необходимые для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)	Знать: основы интегративных умений, необходимых для написания, письменного перевода и редактирования различных академических тестов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.) Уметь: демонстрировать интегративные умения, необходимые для написания, письменного перевода и редактирования различных академических тестов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.) Владеть: навыками демонстрации интегративных умений, необходимые для написания, письменного перевода и редактирования различных академических тестов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)
УК-4.3: Демонстрирует интегративные умения, необходимые, для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях	Знать: основы интегративных умений, необходимые для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях Уметь: демонстрировать интегративные умения, необходимые для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях Владеть: навыками демонстрации интегративных умений, необходимые для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Английский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9180>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,78 (28)</b>	
занятия лекционного типа	0,39 (14)	
практические занятия	0,39 (14)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,22 (80)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Общие закономерности поглощения света биологическими системами. Экспериментальные методы фотобиофизики</b>									

<p>1. 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.</p> <p>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 пропускание монохроматического света растворами.</p> <p>Закон Бугера-Ламберта-Бера.</p> <p>Тема 1.7. Зависимость поглощения света от химического состава и концентрации геометрических факторов молекул.</p> <p>Тема 1.8. Спектры поглощения и химическая структура биологически важных соединений.</p> <p>Тема 1.9. Формы спектров поглощения.</p> <p>Тема 1.10. Электронно-возбужденные состояния молекул. Схема Яблонского.</p> <p>Тема 1.11. Фотометрические величины.</p> <p>Тема 1.12. Спектры поглощения и спектры действия. Сечение фотохимической реакции.</p> <p>Тема 1.13. Искажения спектров в биологических объектах. Влияние рассеяния света на измерения.</p> <p>Тема 1.14. Основные оптические методы исследования биологических объектов: абсорбционная спектроскопия видимого и ультрафиолетового света, флуоресцентная спектроскопия, ИК- и Раман-спектроскопия, круговой</p>	2							
	7							

2. Функционально-физиологические процессы и реакции, протекающие под действием света. Основные характеристики электромагнитного излучения Солнца и искусственных источников света			2					
3. Изучение теоретического материала							12	
<b>2. Фотобиохимические и фотобиофизические процессы и их характеристика</b>								



<p>1. 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 молекулы.</p> <p>Тема 2.11. Природные флуорофоры*(А).</p> <p>Тема 2.12. Искусственные флуорофоры*(А)</p> <p>Тема 2.13. Флуоресцентные белки*(А).</p> <p>Тема 2.14. Процессы, изучаемые с помощью флуоресценции*(А)</p>	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.			2					
3. Изучение теоретического материала							12	
<b>3. Механизмы трансформации и переноса энергии в фотобиологических процессах</b>								
1. Тема 3.1. Межмолекулярный перенос энергии и электрона. Миграция энергии. Скорости дезактивации возбужденных состояний. Тема 3.2. Перенос энергии по индуктивно-резонансному механизму. Тема 3.3. Перенос энергии по обменно-резонансному механизму. Тема 3.4. Миграция экситона, полупроводниковая миграция энергии, фотопроводимость, роль ловушек. Тема 3.5. Физические методы изучения переноса энергии			2					
2. Хемилюминесценция в биологических процессах Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.			2					
3. Изучение теоретического материала							12	
<b>4. Хемилюминесценция в биологических процессах</b>								

1. Тема 4.1. Механизмы трансформации энергии биохимических реакций в свет. Количественные характеристики хемилюминесценции. Генерация хемилюминесценции свободными радикалами. Тема 4.2. Хемилюминесценция при перекисном окислении липидов, природа перекисных свободных радикалов. Тема 4.3. Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.	2							
2. Биолюминесцентные организмы Биолюминесцентный анализ: физико-химические основы; типы биолюминесцентных реакций			2					
3. Изучение теоретического материала							10	
<b>5. Биолюминесценция</b>								
1. Тема 5.1. Биолюминесцентные организмы. Тема 5.2. Общий механизм биолюминесценции. Тема 5.3. Биолюминесцентная реакция светляков*(А). Тема 5.4. Биолюминесценция кишечнорастворимых*(А). Тема 5.5. Физико-химические механизмы биолюминесценции бактерий*(А). Тема 5.6. Малоизученные типы биолюминесцентных реакций. Тема 5.7. Физико-химические основы биолюминесцентного анализа.	2							
2. Биофизика и биохимия фотосинтеза			2					
3. Изучение теоретического материала							10	
<b>6. Биофизика и биохимия фотосинтеза</b>								

<p>1. Тема 6.1. Эволюция фотосинтеза. Фотохимические реакции в первичной атмосфере Земли*(А).  Тема 6.2. Фотосинтез в пробиотическом этапе эволюции. Зарождение гетеротрофии и автотрофии.  Тема 6.3. Возникновение фотосинтеза, использующего видимый свет*(А).  Тема 6.4. История открытия фотосинтеза*(А).  Тема 6.5. Фотосинтезирующие организмы*(А).  Тема 6.6. Световая и темновая фазы фотосинтеза.  Тема 6.7. Основные классы фотосинтетических пигментов: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины.  Тема 6.8. Строение фотосинтетического аппарата.  Тема 6.9. Типы фотосистем.  Тема 6.10. Общая схема фотосинтетического потока электронов.  Тема 6.11. Функциональные взаимодействия компонентов фотосинтетического аппарата  Тема 6.12. Механизм фотофосфорилирования.  Тема 6.13. Строение АТР-синтазы.  Тема 6.14. Механизм работы АТР-синтазы.  Тема 6.15. Циклическое фотофосфорилирование.  Тема 6.16. Синтез углеводов в фотосинтезирующих организмах. Цикл Кальвина.  Тема 6.17. Организация фотосинтетического аппарата бактерий.</p>	2							
<p>2. Фотобиологические явления: фоторецепция и зрение, фототропизм и фототаксис, фотомутагенез и фоторепарация ДНК</p>			2					
<p>3. Изучение теоретического материала</p>							12	
<p><b>7. Другие фотобиологические явления: фоторецепция и зрение, фототропизм и фототаксис, фотомутагенез и фоторепарация</b></p>								

<p>1. 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.</p> <p>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 кислоты. Действие ультрафиолетового света на белки. Действие ультрафиолетового света на липиды.</p> <p>Тема 7.6. Фотореактивация ДНК и фотодинамическая терапия. Репарация ДНК и фотореактивация. Пути усовершенствования фотохимиотерапии.</p> <p>Тема 7.7. Перспективы исследования роли электронно-возбужденных состояний в жизнедеятельности живых организмов*(А).</p> <p>Тема 7.7. Основные проблемы и нерешенные задачи в фотобиофизике, возможные пути их прояснения*(А)</p>	2							
	13							

2.			2					
3. Изучение теоретического материала							12	
Всего	14		14				80	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Волькенштейн М. В. Молекулярная биофизика: монография(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
2. Волькенштейн М. В. Общая биофизика: монография(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
3. Рубин А. Б. Биофизика: Книга 1: в двух книгах : учебник для биологических специальностей вузов : допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?(Москва: Высшая школа).
4. Рубин А. Б. Биофизика: Книга 2: в двух книгах : учебник для биологических специальностей вузов : допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?(Москва: Высшая школа).
5. 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).
6. 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).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

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).

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. В рамках изучения дисциплины обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
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));
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.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 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 «Биоллюминесцентные 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».