

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Фотобиология

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.06 Фотобиология относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	ПК-1.1: Знает: - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах ПК-1.2: Умеет: - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах ПК-1.3: Владеет: - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования	ПК-1.1: Знает основные физико-химические механизмы действия света на биологические системы разных уровней организации и механизмы основных фотобиологических процессов  ПК-1.2: Умеет применять знания основ фотобиологии для решения теоретических и практических задач на уровне воспроизведения (по инструкции и базовым формулам)  ПК-1.3: Владеет опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования в области фотобиологии	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-	ПК-2.1: Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике ПК-2.2: Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать	ПК-2.1: Знает теоретические основы, современные достижения и проблемы биофизики в области фотобиологии  ПК-2.2: Умеет применять знания теоретических основ биофизики в области	Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Контрольные вопросы

исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике ПК-2.3: Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике	фотобиологии в профессиональной деятельности  ПК-2.3: Владеет базовыми навыками работы на экспериментальном оборудовании и анализа полученных результатов		
--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Тема 1. Предмет и задачи фотобиологии. Физическая природа света	4	1		1	3
Тема 2. Структура энергетических уровней атома и молекулы. Тепловое равновесие.	4	1		1	3
Тема 3. Поглощение света. Молекулярная организация фоторецепторов.	12	1	6	7	5

Тема 4. Безызлучательная и излучательная релаксация. Законы флуоресценции.	13	2	6	8	5
Тема 5. Межмолекулярный безызлучательный перенос энергии	4	1		1	3
Тема 6. Фотохимические реакции. Законы фотохимии	4	1		1	3
Тема 7. Информационные фотобиологические реакции животных и растений	5	2		2	3
Тема 8. Биосинтетические и энергетические фотобиологические реакции. Трансформация энергии при фотосинтезе.	5	2		2	3
Тема 9. Действие ультрафиолетового излучения на макромолекулы. Фотобиологические процессы в коже	5	2		2	3
Тема 10. Фотомедицина. Использование света в терапии заболеваний	5	2		2	3
Тема 11. Хемилюминесценция и биолюминесценция в биологических системах	10	1	4	5	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи фотобиологии. Стадии фотобиологических реакций. История развития науки. Физическая природа света. Характеристики оптического излучения.

Тема 2. Структура энергетических уровней атома и молекулы. Линейчатые спектры атомов. Электронные уровни; колебательные, вращательные и поступательные подуровни. Тепловое равновесие. Электронные переходы в молекуле.

Тема 3. Поглощение света. Основные свойства возбужденной молекулы. Качественный и количественный анализ поглощения. Молекулярная организация фоторецепторов. Хромофорные группировки. Поглощение света ключевыми биологическими молекулами.

Тема 4. Деактивация возбужденных состояний. Безызлучательная релаксация, тепловые эффекты при поглощении света. Виды люминесценции. Отличия флуоресценции и фосфоресценции. Законы флуоресценции. Флуоресценция биологических молекул. Замедленная флуоресценция. Качественный и количественный анализ флуоресценции. Тушение флуоресценции.

Тема 5. Межмолекулярная безызлучательная миграция энергии. Индуктивно-резонансный перенос энергии, механизм, условия возникновения, роль в биологических системах. Обменно-резонансный перенос энергии, обмен между синглетными и триплетными состояниями молекул. Возможности других видов переноса энергии в биологических системах.

Тема 6. Фотохимические реакции. Законы фотохимии. Понятие поперечного сечения фотохимической реакции. Спектр действия фотохимической и фотобиологической реакций. Типы фотохимических реакций.

Тема 7. Классификация фотобиологических реакций. Типы информационных фотобиологических реакции животных и растений. Молекулярные механизмы зрения: фотофизические процессы, первичная фотохимическая реакция, стадии преобразования и усиления сигнала. Фоторецепция растений в красной области спектра, фитохромы, механизмы их действия, роль в различных фотобиологических реакциях. Фоторецепция растений в синей области спектра, системы криптохрома и фототропина. Циркадные ритмы животных.

Тема 8. Биосинтетические фотобиологические реакции. Биосинтез витамина Д. Светозависимые стадии биосинтеза хлорофилла. Энергетические фотобиологические реакции. Типы фотосинтеза. Трансформация энергии при фотосинтезе. Структура и принцип работы светособирающих комплексов.

Молекулярные механизмы работы реакционных центров фотосистем высших растений. Z-схема фотосинтеза. Синтез АТФ.

Тема 9. Деструктивно-модифицирующие фотобиологические реакции. Действие ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты: хромофоры, вклад различных типов повреждения в нарушение структуры и функции нуклеиновых кислот. Действие ультрафиолетового излучения на белки, первичные фотохимические реакции, понятие поперечного сечения инактивации белка.

Фотоиндуцированные свободно-радикальные процессы в липидах. Фотобиологические процессы в коже, фототоксические и фотоаллергические реакции. Фотоиндуцированная защитная пигментация кожи (загар). Фотоканцерогенез.

Тема 10. Фотомедицина. Использование света в терапии заболеваний: фотобиологические механизмы, области применения. Лечение псориаза с использованием ультрафиолетового излучения. Фототерапия желтухи новорожденных. ПУФА-терапия с псораленом и родственные методы лечения. Фотодинамическая терапия. Терапия с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения.

Тема 11. Хемилюминесценция в биологических системах. Рекомбинационное свечение, свечение в реакциях с активными формами кислорода. Принцип действия химических и физических активаторов хемилюминесценции. Реакции с участием люминола и люцигенина, их использование на практике. Количественный анализ хемилюминесценции. Биолюминесценция в разных группах организмов. Реакция ферментативного окисления люциферина.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 16 ч.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 10 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к устному опросу на лабораторных занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к зачету.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Фотобиология».

Подготовка к устному опросу, тестированию.

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Подготовка к зачету.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме зачета.

Подготовка к зачету является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Фотобиология».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

1. Отметьте из нижеперечисленного факторы, определяющие способность молекулы поглощать свет: а) наличие длинных насыщенных углеводородных цепей; б) присутствие ненасыщенных связей; в) присутствие содержащих фосфор группировок; г) присутствие содержащих азот группировок; д) наличие ароматических групп; е) наличие углеводных групп.
2. В ходе интеркомбинационной конверсии: а) поглощенная энергия кванта используется для протекания химических реакций; б) происходит безызлучательный переход между возбужденными состояниями различной мультиплетности; в) происходит безызлучательный переход между возбужденными состояниями одной мультиплетности; г) происходит безызлучательный перенос энергии между двумя молекулами.
3. Сформулируйте закон Стокса: а) квантовый выход фотолюминесценции не зависит от длины волны возбуждающего света; б) средняя энергия квантов фотолюминесценции меньше средней энергии поглощенных квантов; в) спектр фотолюминесценции не зависит от длины волны поглощенного света.

4. Тип передачи энергии между молекулой-донором и молекулой-акцептором, при котором не происходит ни излучения энергии донором, ни кинетического соударения донора и акцептора, получил название: а) индуктивно-резонансный; б) обменно-резонансный; в) экситонный.
5. Укажите тип фотохимической реакции, протекающей в первичном акте фотосинтеза: а) фотоприсоединение; б) фотоизомеризация; в) фотолиз; г) фотоперенос электрона; д) фотоперенос протона.
6. Спектр действия фотобиологической реакции – это зависимость: а) оптической плотности от длины волны поглощенного света; б) биологического эффекта от длины волны поглощенного света; в) биологического эффекта от концентрации поглощающего свет пигмента.
7. Роль реакционного центра фотосистем заключается: а) в протекании фотофизической стадии фотосинтеза; б) протекании первичной фотохимической реакции; в) синтеза АТФ; г) восстановлении НАДФН; д) фиксации  $\text{CO}_2$ .
8. Наиболее распространённым типом повреждения ДНК при действии УФ-излучения является: а) образование (6-4)-фотопродуктов пиримидиновых оснований; б) гидратация пиримидиновых оснований; в) димеризация пиримидиновых оснований; г) димеризация пуриновых оснований; г) разрывы сахарофосфатного основа.
9. В основе лечения светом желтухи новорожденных лежит: а) фотоизомеризация билирубина; б) фотораспад билирубина на более мелкие растворимые фрагменты; в) фотоприсоединение билирубина к транспортным белкам; г) фотоокисление билирубина до растворимого производного.
10. Собственная хемилюминесценция клеток обусловлена преимущественно: а) ферментативными реакциями синтеза макромолекул; б) реакциями с участием свободных радикалов; в) реакциями ферментативной детоксикации продуктов метаболизма.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 50% правильных ответов.
не зачтено	Менее 50% правильных ответов.

#### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Отчет должен быть оформлен в форме единого документа (в тетради или в виде скрепленных в единый документ распечатанных листов). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, теоретическая часть с описанием фундаментального обоснования и основных принципов проводимого исследования, используемое оборудование и материалы, описание методов и хода работы, подробного изложения полученных экспериментальных результатов и их интерпретации, выводов. Отчет должен быть проиллюстрирован рисунками и таблицами, необходимыми для изложения результатов, сопровождаемыми подписями. Отчеты по работам, включающим вычисления, должны содержать используемые формулы и расчет требуемых величин по собственным экспериментальным данным. Вывод должен быть развернутым, соответствовать цели работы и содержать объяснение полученных результатов.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет выполнен по собственным результатам студента и содержит все необходимые разделы. Отчет подготовлен в форме единого документа. Оформление отчета аккуратное и не содержит серьезных недочетов. Выводы соответствуют полученным результатам. Отчет сдан для проверки не позднее, чем за 1 неделю до даты зачета.
не зачтено	В отчете представлены данные, полученные третьим лицом. Отчет не содержит один или несколько из необходимых разделов. Присутствуют ошибки в расчетах количественных величин или ошибки в представлении полученных экспериментальных количественных данных. Отчет не оформлен в виде единого документа. Оформление отчета содержит серьезные недочеты: многочисленные исправления, многочисленные грамматические ошибки, отсутствие единообразного оформления текста, нечитаемые надписи в иллюстративном материале. Выводы не соответствуют полученным результатам. Отчет не сдан своевременно для проверки.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами и,	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов



				с недочетами		выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Предмет и задачи фотобиологии. История развития фотобиологии и фотомедицины.
2. Основные фотобиологические реакции. Стадии фотобиологической реакции.
3. Энергетические уровни атома и молекулы. Тепловое равновесие.
4. Электронные переходы в молекуле при поглощении света. Свойства возбужденной молекулы.
5. Молекулярная организация фоторецепторов. Поглощение света биологическими хромофорами.

6. Безызлучательная релаксация возбужденных состояний. Тепловые эффекты при воздействии света.
7. Фотолюминесценция, её основные характеристики. Законы флуоресценции. Важнейшие биологические флуорофоры.
8. Межмолекулярный безызлучательный перенос энергии.
9. Типы фотохимических реакций.
10. Классификация фотобиологических реакций.
11. Зрение человека: принцип рецепции света и механизм усиления сигнала.
12. Фитохромная система растений: рецепция света, передача сигнала, регулируемые фотобиологические реакции.
13. Крптохромы растений: рецепция света, передача сигнала, регулируемые фотобиологические реакции.
14. Фототропины: рецепция света, передача сигнала, регулируемые фотобиологические реакции.
15. Циркадные ритмы: принцип функционирования, роль фоторецепции в поддержании циркадных ритмов.
16. Биосинтетические фотобиологические реакции.
17. Энергетические фотобиологические реакции. Энергетический выход окислительного хлорофильного фотосинтеза.
18. Организация и принцип функционирования светособирающих комплексов и реакционных центров хлоропластов высших растений.
19. Организация и принцип работы электрон-транспортной цепи хлоропластов высших растений. Циклический и нециклический транспорт электронов, синтез АТФ.
20. Действие УФ-излучения на нуклеиновые кислоты.
21. Действие УФ-излучения на белки.
22. Действие УФ-излучения на липиды. Основные стадии и продукты перекисного окисления липидов.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Природа света и его характеристики.
2. Качественный и количественный анализ вещества, основанный на поглощении света. Закон Бугера-Ламберта-Бера
3. Качественный и количественный анализ вещества, основанный на флуоресценции. Зависимость флуоресценции от параметров среды.
4. Основные законы фотохимии. Спектр действия фотохимической реакции.
5. Фототоксические и фотоаллергические реакции в коже, фотоканцерогенез.
6. Защитные фотобиологические реакции в коже (загар).
7. Лечение желтухи новорожденных с использованием света.
8. Использование УФ-излучения в фотомедицине. ПУФА-терапия.
9. Фотодинамическая терапия: принцип, особенности используемых соединений, типы первичных реакций.
10. Хемилюминесценция в биологических системах.
11. Биолуминесценция: принцип реакции, биологическое значение.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина,

Оценка	Критерии оценивания
	сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо»

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература:

1. Биофизика : учеб. для вузов / под ред В. Г. Артюхова. - 2-е изд. - М. : Академический Проект, 2013. - 294 с. - (Фундаментальный учебник) (Gaudeamus). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-8291-1495-4 : 525.00., 20 экз.
2. Рубин Андрей Борисович. Биофизика : учеб. для студентов биол. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 1 : Теоретическая биофизика. - М. : Высшая школа, 1987. - 319 с. : ил. - 1.30., 108 экз.
3. Рубин Андрей Борисович. Биофизика : учеб. для студентов биол. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 2 : Биофизика клеточных процессов. - М. : Высшая школа, 1987. - 302, [1] с. : ил. - 1.30., 93 экз.

### Дополнительная литература:

1. Каламкаров Григорий Рафаэлевич. Молекулярные механизмы зрительной рецепции / РАН. Ин-т биохим. физики им. Н. М. Эмануэля. - М. : Наука, 2002. - 279 с. : ил. - ISBN 5-02-006420-3(в пер.) : 25.00., 3 экз.
2. Владимиров Юрий Андреевич. Физико-химические основы фотобиологических процессов : учеб. для студентов, обучающихся по специальностям 040100 - Лечеб. дело, 040200 - Педиатрия, 040800 - Мед. биохимия, 040900 - Мед. биофизика, 0401000 - Мед. кибернетика. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Дрофа, 2006. - 285 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-9521-6 : 196.00., 1 экз.
3. Фотобиология. Раздел большого практикума по биофизике : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / С. А. Мысягин, Л. М. Сырова, О. Н. Шерстнева, В. А. Воденев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2013. - 32 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850739&idb=0>.
4. Спектрофлуориметрия для количественного определения ионных концентраций : учебно-методическое пособие / А. В. Юдинцев, Н. Ю. Шилягина, В. С. Сухов [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 33 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850222&idb=0>.

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://photobiology.info>

Журнал « Photochemical and Photobiological Sciences»

Журнал «Photochemistry and Photobiology»

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM»<http://znanium.com/>,

ЭБС «Юрайт»<https://www.biblio-online.ru/>,

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary»<http://www.studentlibrary.ru/>,

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеется лабораторное оборудование: спектрофотометр СФ-2000, спектрофлуориметр «Флюорат-02-Панорама», хемилюминометр «Lum-100», дозаторы, кюветы, мерные колбы, весы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Балалаева Ирина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Синицына Юлия Витальевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.