

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 от  
«20» апреля 2021 г. № 1

**Рабочая программа дисциплины  
Экологическая биотехнология**

---

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Направление подготовки

**06.03.01 «Биология»**

Профиль подготовки

**Биомедицина**

Квалификация (степень)

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очно-заочная**

г. Нижний Новгород

2021

### 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Экологическая биотехнология» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП, преподается в 9 семестре.

Дисциплина «Экологическая биотехнология» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Микробиология», «Биотехнология», «Биохимия». Для усвоения дисциплины студент должен владеть экологической и биотехнологической терминологией, современными представлениями об использовании тех или иных процессов в целях решения конкретных экологических задач (ресурсосбережение, охрана окружающей среды, экология человека), знать виды микроорганизмов и их физиолого-биохимические особенности, участвующих в экобиотехнологических процессах, уметь самостоятельно анализировать, обобщать и использовать современную отечественную и зарубежную научно-техническую информацию.

**Целью освоения дисциплины** является формирование у будущих специалистов представлений о перспективах развития техники и технологий рационального природопользования и защиты окружающей среды с использованием биологических систем.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований <i>Этап формирования компетенции - завершающий</i>	<b>Знать:</b> современные методы экобиотехнологии, направленные на решение конкретных экологических задач <b>Уметь:</b> сохранять, грамотно оформлять и редактировать полученную информацию; обосновывать практическое применение методов экобиотехнологии, исходя из анализа конкретной экологической ситуации <b>Владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по экобиотехнологии, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 52 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (17 часов занятия лекционного типа, 34 часа практические занятия семинарского типа, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 56 часов составляет самостоятельная работа обучающихся.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них					
форма промежуточной аттестации по дисциплине		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
1. Введение	9	4				4	5
2. Биоповреждение материалов как раздел технической биологии (биотехнологии)	9	4				4	5
3. Биоповреждения как эколого-технологическая проблема.	17	4	8			12	5
4. Макробиологические повреждения	18	4	8			12	6
5. Микробиологические повреждения	18	4	8			12	6
6. Физиолого-биохимические принципы защиты материалов от биоповреждений	18	4	8			12	6
7. Защита материалов и изделий от биоповреждений	19	5	8			13	6
В том числе текущий контроль	2						
Промежуточная аттестация - зачет							

#### 4. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Современные технологии в биологии» используются следующие образовательные технологии:

1. *Традиционные технологии:* семинары (эвристическая беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений), практические занятия (освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму).

2. *Информационно-коммуникационные технологии:* беседы, доклады, презентации, различные формы самостоятельной работы студентов (самостоятельное изучение литературы, составление опорных конспектов, подготовка рефератов).

3. *Интерактивные технологии:* семинары-дискуссии.

4. *Технологии проблемного обучения*: проблемные лекции с изложением дискуссионных тем, требующих различной интерпретации изучаемого материала.

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

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение литературы (учебников, справочных материалов, специальных источников, монографий, статей из периодических изданий и т.п.), необходимой для освоения теоретических вопросов, подготовки к текущему контролю в форме устного опроса и тестирования и промежуточному контролю в форме вопросов к зачету.
- подготовка к докладу;

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к устным опросам по темам 2,3,4,5,6,7, подготовку к контрольным работам и написание реферата по темам 4 и 5.

В рамках темы 2 «Биоповреждение материалов как раздел технической биологии (биотехнологии)»- подготовка к устному опросу.

Вопросы для подготовки к устному опросу «Биоповреждение материалов как раздел технической биологии (биотехнологии)»

1. История возникновения биотехнологии как отрасли знаний.
2. Основные особенности, специфика, этапы развития биотехнологии.
3. Объект и методы исследований биотехнологии.
4. Современное состояние проблемы биоповреждений материалов в России и за рубежом.

В рамках темы 3 «Биоповреждения как эколого-технологическая проблема»- подготовка к устному опросу.

Вопросы для подготовки к устному опросу «Биоповреждения как эколого-технологическая проблема»

1. Причины возникновения и двойственная природа биоповреждений.
2. Эколого-технологическая концепция биоповреждений.
3. Биоповреждения – как экологическое явление.
4. Экологические аналоги биоповреждений и их использование в качестве средств защиты.
5. Принцип экологического подобия.
6. Природные прототипы.
7. Имитация природного ориентира.
8. Основные закономерности в возникновении и защите от биоповреждений.
9. Принципы мозаичности.
10. Биоповреждающая ситуация.
11. Эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы в возникновении и развитии биоповреждающего процесса.
12. Участники и партнеры биоповреждающего процесса.

В рамках темы 4 «Макробиологические повреждения»- подготовка к контрольной работе и устным опросам.

Вопросы к контрольной работе «Макробиологические повреждения»

1. Знать основные группы живых организмов, вызывающих макробиологические повреждения.
2. Знать основные направления в защите от макробиологических биоповреждений. Уметь обосновать применение того или иного метода в случае различных агентов биоповреждения.

Вопросы для подготовки к устному опросу «Макробиологические повреждения»

1. Насекомые – вредители изделий и материалов. Связи насекомых с материалами.
2. Гилобионты и гилофаги.
3. Насекомые кератофаги: жуки-кожееды, моли-кератофаги.
4. Насекомые – ксилофиты: жуки – точильщики, термиты.
5. Биомеханика повреждения материалов насекомыми на примере термитов.
6. Стойкость материалов к повреждению насекомыми.
7. Особенности защиты материалов, изделий и сооружений от повреждений насекомыми.
8. Источники биоповреждений – птицы и млекопитающие.
9. Птицы. Общие характеристики класса птиц. Систематический статус повреждающих групп. Отряд ржанкообразные. Отряд голубеобразные.
10. Повреждаемые птицами объекты.
11. Повреждение пушно-мехового сырья, повреждение энергетических установок, повреждение промышленных сооружений.
12. Повреждение памятников культуры, архитектуры и транспортных средств.
13. Основные направления в защите от биоповреждений, вызываемых птицами: акустические средства, оптические средства, химические средства, механические средства, экологические средства, комбинированные средства.
14. Млекопитающие. Систематический статус биоповреждающих групп: отряд зайцеобразных, отряд парнокопытных, отряд грызунов.
15. Повреждение грызунами материалов и сооружений.
16. Испытания стойкости материалов к повреждению грызунами.
17. Контроль численности грызунов и защита материалов от повреждения грызунами.
18. Отношение организмов внутри биоценозов в водной среде.
19. Механизм обрастания.
20. Экология и распределение обрастаний.
21. Морские сверлильщики – древоточцы.
22. Разрушение каменных сооружений и бетона камнеточцами.
23. Борьба с обрастаниями.

В рамках темы 5 «Микробиологические повреждения»- подготовка к контрольной работе и устному опросу.

Вопросы к контрольной работе «Микробиологические повреждения»

1. Исходя из особенностей химического состава субстрата, уметь обосновать доминирующую группу агентов микробиологического повреждения данного материала.
2. Взаимосвязь экологических факторов окружающей среды и способности к биоповреждения различных групп микроорганизмов.

Вопросы для подготовки к устному опросу «Микробиологические повреждения»

1. Основные группы микроорганизмов – агентов биоповреждений. Прокариоты и эукариоты.
2. Бактерии. Структурно-функциональные особенности организации бактерий.
3. Используемые микроорганизмами источники энергии и углерода. Ростовые и неростовые субстраты.
4. Кометаболизм и неростовое окисление.
5. Трансформация неростовых субстратов до продуктов. Трансформация неростовых субстратов до биомассы (дополнительный метаболизм, синтоболизм).
6. Фототрофы и хемотрофы.
7. Литотрофные бактерии.
8. Автотрофные и гетеротрофные организмы.

9. Действие экстремальных условий окружающей среды на жизнедеятельность бактерий – возбудителей биокоррозии.
10. Сульфатредуцирующие бактерии (СБР). Общая характеристика. Отдельные представители. Механизмы коррозии металлов СБР.
11. Тионовые бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Участие тионовых бактерий в коррозии металлов и углеводов.
12. Железобактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Механизмы коррозии металлов железобактериями.
13. Нитрифицирующие бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Механизмы разрушения промышленных и строительных материалов нитрифицирующими бактериями.
14. Денитрифицирующие бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Роль денитрифицирующих бактерий в разрушении углеводов.
15. Органотрофные бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Роль органотрофов в разрушении различных промышленных материалов, углеводов.
16. Грибы. Структурно-физиологические особенности организации грибов.
17. Общая характеристика углеродного обмена у грибов. Источники углерода в питании грибов (природные и синтетические).
18. Агрессивные метаболиты грибов (ферменты, органические кислоты).
19. Механизм секреции экзоферментов.
20. Биохимические механизмы деструкции промышленных материалов микромицетами.
21. Взаимосвязь между химическим строением субстрата и интенсивностью процесса биоповреждения.
22. Изменение физико-химических свойств материалов в процессе биоповреждений. Действие химических факторов (кислотность среды, кислород) на жизнедеятельность грибов.
23. Действие физических факторов (влажность, влагосодержание субстрата, температура, излучение) на рост и развитие грибов.
24. Реакции грибов на действие экстремальных факторов окружающей среды.

В рамках темы 6 «Физиолого-биохимические принципы защиты материалов от биоповреждений»- подготовка к устному опросу.

Вопросы для подготовки к устному опросу «Физиолого-биохимические принципы защиты материалов от биоповреждений»

1. Механизмы действия биоцидов на метаболизм микроорганизмов – возбудителей биоповреждений.
2. Проникновение веществ в клетки бактерий и грибов.
3. Механизмы транспорта веществ через мембраны. Пассивный транспорт. Облегченная диффузия. Активный транспорт.
4. Детоксикация и метаболизация биоцидов микроорганизмами. Основные химические реакции, осуществляющие процессы деме́таболизации.
5. Факторы, увеличивающие подверженность материалов разрушающему действию микроорганизмов.
6. Адгезия микроорганизмов на поверхности материалов. Роль адсорбции микроорганизмов. Адгезины.
7. Старение полимерных материалов.
8. Фото- и хемодеструкция полимерных материалов. Взаимосвязь процессов старения и биоповреждения материалов.

В рамках темы 7 «Защита материалов и изделий от биоповреждений»- подготовка к устному опросу.

Вопросы для подготовки к устному опросу «Защита материалов и изделий от биоповреждений»

1. Механические методы (фильтрация, осаждение).
2. Физические методы (облучение, ультразвук, низкотемпературная плазма, токи высокой частоты).
3. Химические методы. Классификация биоцидов.
4. Органические биоциды.
5. Металлоорганические соединения (ртуть, олово, медь, цинк, хром и мышьякорганические биоциды).
6. Неорганические биоциды.
7. Антибиотики.
8. Требования и токсикологический контроль применения биоцидов.
9. Санитарно-гигиенические рекомендации.
10. Методы исследований биоцидов.
11. Биологическая классификация: фунгициды, бактерициды, моллюскоциды, инсектициды, авициды, ротендициды.

**Примерный перечень тем рефератов по темам «Макробиологические повреждения» и «Микробиологические повреждения»:**

1. Старение полимерных материалов
2. Кометаболизм в клетках микроорганизмов
3. Транспорт веществ в клетках микроорганизмов
4. Изменение свойств материалов в процессе биоповреждений
5. Основные направления развития проблемы биоповреждений в России и зарубежом
6. Насекомые – агенты микробиологических повреждений
7. Птицы – агенты микробиологических повреждений
8. Млекопитающие – агенты микробиологических повреждений
9. Водные зооорганизмы – агенты микробиологических повреждений

#### **Требования к подготовке и защите реферата:**

Реферат – это самостоятельная исследовательская работа, в которой автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание реферата должно быть логичным; изложение материала носит проблемно-тематический характер.

1. Необходимо правильно сформулировать тему, отобрать по ней необходимый материал.
2. Использовать только тот материал, который отражает сущность темы.
3. Во введении к реферату необходимо обосновать выбор темы.
4. После цитаты необходимо делать ссылку на автора, например [№произведения по списку, стр.].
5. Изложение должно быть последовательным. Недопустимы нечеткие формулировки, речевые и орфографические ошибки.
6. В подготовке реферата необходимо использовать материалы современных изданий.
7. В тексте реферата могут содержаться рисунки, чертежи, графики и прочий иллюстрированный материал, необходимый для раскрытия заявленной темы.
8. Оформление реферата (в том числе титульный лист, литература) должно быть грамотным и соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2001.
9. Список литературы оформляется с указанием автора, названия источника, места издания, года издания, названия издательства, использованных страниц.
10. Оптимальный объем реферата 7-10 страниц машинописного текста.

При оценке реферата учитываются следующие основные критерии:

- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность, а также грамотность и соответствие нормам русского языка;
- оригинальность мышления, творческий подход,
- соответствие заданной форме.

Процедура защиты реферата представляет собой:

- выступление автора реферата (до 10 минут), в ходе которого обучающийся должен показать свободное владение материалом по заявленной теме;
- ответы на вопросы;
- дискуссию.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**а. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

**ПК-2** способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований

*Этап формирования компетенции – завершающий.*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	незачтено		зачтено				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Знать</b> современные методы эколоботехнологии, направленные на решение конкретных экологических задач	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>Уметь</b> сохранять, грамотно оформлять и редактировать полученную информацию; обосновывать практическое применение методов эколоботехнологии, исходя из анализа конкретной экологической ситуации	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов



						полном объеме	
<b>Владеть</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизац ии информации по экобиотехнол огии, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений	Полное отсутствие владения навыками применени я полученны х знаний в практическ их знаниях в практическ их мероприя тиях, исследован иях, работам, исследован иях, обеспечива ющих качества среды обитания человека	Отсутстви е владения применени я полученны х знаний в практическ их мероприя тиях, исследован иях, работам, исследован иях, обеспечива ющих качества среды обитания человека	Наличие минимальных навыков применения полученных знаний в практических мероприятиях, работах, исследованиях, обеспечивающ их повышение качества среды обитания человека	Посредствен ое владение навыками применения полученных знаний в практических мероприятиях, работах, исследованиях, обеспечивающ их повышение качества среды обитания человека	Достаточное владение навыками применения полученных знаний в практических мероприятиях, работах, исследованиях, обеспечивающ их повышение качества среды обитания человека	Хорошее владение навыками применения полученных знаний в практических мероприятиях, работах, исследованиях, обеспечивающ их повышение качества среды обитания человека	Всестороннее владение навыками применения полученных знаний в практических мероприятиях, работах, исследованиях, обеспечивающ их повышение качества среды обитания человека
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

### Шкала оценивания устного опроса и выполнения контрольных работ:

Критерии оценивания	«1»	«2»	«3»	«4»	«5»
Характеристика знаний и умений при ответе на устном опросе	Не знает, не умеет	Фрагмента рные знания, умения, много грубых ошибок	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее помощи преподавателя	Знание и умение с небольшими пробелами, мало ошибок, успешное, но не полностью самостоятельн ое	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое , успешное, самостоятельное
% правильно выполненных заданий контрольной работы	Менее 50%	50-60 %	61-75 %	76-90 %	91-100 %

### Критерии выставления оценок за реферат и его защиту:

Отметка «*Отлично*» – понимание сущности рассматриваемой проблемы, обоснованность собственной позиции, исчерпывающая аргументация, строгое соответствие заданной форме, высокое качество изложения материала.

Отметка «*Хорошо*» – достаточно полная аргументация, умение формулировать тезисы и аргументы.

Отметка «*Удовлетворительно*» – расплывчатые представления и аргументы, слабо выраженная собственная позиция, нарушения формы.

Отметка «*Неудовлетворительно*» – отсутствие собственной позиции и аргументов. Стилистические ошибки.

### Шкала оценивания зачета:

Зачтено	1. Ответы на теоретические вопросы по разделам 2-7 на «3» или выше. 2. Выполнение контрольных работ по разделам 4 и 5 на «3» или выше. 3. Подготовлен и защищен реферат на «Удовлетворительно» и выше.
Не зачтено	Не выполнено хотя бы одно из вышеприведенных требований.

### 6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

№ п/п	Оцениваемая позиция	Оцениваемая компетенция
1.	<b>Ответы на устные вопросы</b>	Владеть ПК-2
2.	<b>Написание реферата по темам 4 и 5 и его защита</b>	Уметь ПК-2
3.	<b>Контр/раб. по темам 4 и 5</b>	Знать ПК-2

### 6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Пример тестовых заданий контрольной работы «**Макробиологические повреждения**»

1. Биологический метод борьбы с грызунами состоит в использовании:
  - 1) ядов
  - 2) капканов
  - 3) микроорганизмов
  - 4) ультразвука сектицидов
  - 5) инсектицидов
2. Наиболее безвредными для человека инсектицидами, применяемыми для борьбы с тараканами, являются:
  - 1) фосфороорганические соединения
  - 2) карбаматы
  - 3) пиретроиды
  - 4) биологические препараты
  - 5) карбофос
3. Предпочтительное направление в защите от биоповреждений, вызываемых птицами:
  - 1) Биоцидные соединения
  - 2) этологические средства
  - 3) Средства, ухудшающие физиологическое состояние организма
4. \_\_\_\_\_ - комплексные меры по уничтожению грызунов:
  - 1) Дератизация
  - 2) Дезинсекция
  - 3) Фумигация

Пример тестовых заданий контрольной работы «**Микробиологические повреждения**»

1. Агентами микробиологического воздействия на материалы являются:
  - 1) мхи
  - 2) насекомые

- 3) микроскопические грибы
- 4) грызуны
- 5) растения
2. Какие из ферментов играют наибольшую роль в биоразрушении материалов белкового происхождения:
  - 1) гликозидазы
  - 2) протеиназы
  - 3) лигазы
  - 4) изомеразы
  - 5) трансферазы
3. Бактерии, которые не принимают участия в биокоррозии металлов:
  - 1) сульфатредуцирующие
  - 2) целлюлозоразрушающие
  - 3) тионовые
  - 4) железобактерии
  - 5) протелитические
4. Какой наполнитель пластмасс будет повышать грибостойкость:
  - 1) бумага
  - 2) хлопковые волокна
  - 3) древесная мука
  - 4) каолин
  - 5) льняные волокна

*Примеры типовых контрольных заданий:*

1. На железнодорожных путях произошла авария составов, перевозящих дизельное топливо. Авария произошла в средней полосе в октябре месяце. Температура почвы 6 – 10<sup>0</sup>С. Почвы подзолистые кислые, рН=5,2. Предложить наиболее эффективную технологию микробной ремедиации почв по ликвидации данного загрязнения нефтепродуктами.
2. Микробиологическая экспертиза выявила в отделе библиотеки «Старинные книги» наличие микроскопических грибов. Дать оценку влияния данных микроорганизмов на здоровье персонала, сохранность книг, а так предложить эффективные меры борьбы и предотвращения дальнейшего распространения микромицетов.
3. Летом в сточных водах города были определены следующие типы загрязнений: а) растворы солей, кислот, щелочей, ионы металлов - электролиты, б) нефтепродукты. Предложить наиболее эффективные и экономически выгодные методы очистки.

#### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

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

##### **а) основная литература:**

1. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. Том 1. [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Е. Кузнецов - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Учебник для высшей школы). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326266.html>.
2. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. Том 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Е. Кузнецов. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Учебник для высшей школы). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326273.html>.

##### **б) дополнительная литература:**

1. Экологические и биологические аспекты деструкции промышленных материалов микроорганизмами / Смирнов В.Ф., Веселов А.П., Семичева А.С., Смирнова О.Н., Захарова Е.А. – Нижний Новгород: Издательство ННГУ, 2002. – 99 с. (10 экз.)

**б) Интернет-ресурсы:**

- Электронные каталоги, в том числе ЭК «Высшее образование».
- ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>.
- ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.
- ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.
- ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: [www.znaniy.com](http://www.znaniy.com).

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью. Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование (доска, переносное мультимедийное оборудование - проектор, ноутбук). Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 06.03.01 «Биология», профиль "Биомедицина".

Автор \_\_\_\_\_ д.б.н. Смирнов В.Ф.

Рецензент \_\_\_\_\_ д.б.н. Воденеев В.А.

Заведующий кафедрой биохимии и физиологии \_\_\_\_\_ д.б.н. Веселов А.П.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины