

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

Институт биологии и биомедицины

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Тканевая инженерия

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

30.05.02 Медицинская биофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Квалификация (степень)

Врач-биофизик

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

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

Дисциплина «Тканевая инженерия» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины, модули» ОПОП по направлению подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика». Дисциплина по выбору студента для освоения в 5 семестре.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Тканевая инженерия», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин: физика, химия, высшая математика, биология.

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области цитологии, гистологии, нормальной и патологической анатомии и физиологии, биоэтики.

Целью освоения дисциплины является:

- ознакомление студентов с базовыми понятиями тканевой инженерии, основами биомеханики и клеточных технологий, а также с основными направлениями развития и перспективами использования.

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

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**	
ПК-11. Способность выполнять фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования и разработки в области медицины, биологии и биотехнологий.	ПК-11.1. Находит и использует необходимую информацию в области фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области медицины, биологии и биотехнологий.	<i>Знать</i> основные понятия тканевой инженерии, частной биомеханики, биологии стволовых клеток, основные ниши и свойства эмбриональных и постнатальных стволовых клеток, механизмы пролиферации регенерации; основные подходы к инновационной терапии социально-значимых заболеваний – онкопатология, принципы создания тканезамещающих конструктов и органо-тканеспецифических моделей.	Тестирование, устный опрос, доклады, кейсы
	ПК-11.2. Умеет ставить цели, обосновывать методы и анализировать результаты в области фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области медицины, биологии и биотехнологий.	<i>Уметь</i> применить интегральный подход к анализу эффектов клеточной терапии на разных уровнях их проявлений; объяснять результаты экспериментов с тканеинженерными конструкциями <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> .	
	ПК-11.3. Владеет методами проведе-	<i>Владеть</i> методами современной клеточной биологии и инженерии	

	ния научных исследований и разработок в области медицины, биологии и биотехнологий.	тканей, применяемых к работам с культурами стволовых клеток и биосовместимыми материалами.	
--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 41 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (8 часов лекционного типа, 32 часа занятия семинарского типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 67 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Тема 1 История тканевой инженерии; краткий обзор современных достижений; Методология тканевой инженерии; Законодательство и этические нормы	13,5	0,5	6				7
Тема 2 Общие понятия биомеханики; Биомеханика эпителиальной ткани; Биомеханика мышечной ткани; Биомеханика нервной ткани; Биомеханика соединительной ткани и её производных	22,5	1,5	6				15
Тема 3 Внеклеточный матрикс: физические и химический свойства; Особенности создания и применения искусственных матриц; Дифференцированные/стволовые клетки, их источники; Дизайн и биомиметика скаффолдов; Эмбриональные и столовые клетки для тканевой инженерии; Влияние трёхмерной структуры на биомеханические свойства объекта.	24	2	7				15
Тема 4 Металлы, керамика, композитные материалы, биосовместимые полимеры; Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных медицинских технологиях. Материалы для депонирования и контролируемой доставки	24	2	7				15

лекарственных препаратов.							
Тема 5 Материалы, используемые для конструирования искусственных органов. Биодegradируемые материалы и механизмы биодеструкции имплантатов. Тканевая реакция на имплантаты	23	2	6				15
В т.ч. текущий контроль	1						
Промежуточная аттестация - зачет							

4. Образовательные технологии

При освоении дисциплины образовательный процесс включает теоретическую и практическую подготовку студентов. Проведение лекций направлено на теоретическую подготовку и базируется на использовании иллюстративного материала в форме слайдов. Занятия семинарского типа в форме защиты докладов и дискуссий направлены на формирование профессиональной адаптации и опыта профессиональной деятельности, на теоретическую и практическую подготовку студентов для успешного усвоения компетенции в форме проведения презентаций, устных докладов.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: информационные лекции и тематические семинарские занятия;
2. Технологии проблемного обучения: проблемные лекции с изложением дискуссионных тем, требующих различной интерпретации изучаемого материала;
3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции-визуализации с презентацией изучаемого материала.

Формой промежуточного контроля знаний студентов по дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. Методические указания для обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает работу с информационными источниками (статьи, монографии, интернет-ресурсы на русском и английском языках) и доклады на семинарских занятиях.

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 тестам;
- подготовка докладов на семинарских занятиях;
- подготовка к зачету.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут учебники, монографии, справочники и интернет ресурсы, указанные в списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий.

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет. Самостоятельная работа подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, журналы.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников, что может использоваться не только в рамках данного курса, но и для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Самоподготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами.

На практических занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) ознакомиться с вопросами очередного практического занятия;

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету.

Промежуточной формой контроля успеваемости студентов является зачет.

Для успешного прохождения промежуточной аттестации рекомендуется в начале семестра изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения материалы, разработанные в ходе подготовки к практическим занятиям. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение сущности того или иного вопроса за счет:

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

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

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

6.1. 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-11: готовность к оценке результатов лабораторных, инструментальных, патологоанатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания (этап формирования компетенции – завершающий).

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<i>Знать</i> теоретические основы и современные достижения в области тканевой инженерии	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<i>Уметь</i> применять экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии	Полное отсутствие умения применять экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии	Отсутствие умения применять экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии	Умение применять отдельные экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии в профессиональной деятельности при наличии существенных ошибок	Умение применять отдельные экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии в профессиональной деятельности при наличии незначительных ошибок	Умение применять отдельные экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии	Умение применять экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии	Умение применять экспериментальные и теоретические методы для исследований в области тканевой инженерии и способность принимать решение на основе проведенного анализа
<i>Владеть</i> устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии	Отсутствие владения	Фрагментарное владение устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии	В целом успешное, но не систематическое владение устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии	В целом успешное владение устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии	Успешное и систематическое владение устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии	Успешное и систематическое владение устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области тканевой инженерии на основе прове-

							денного анализа
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме. Устная часть зачета заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Критерии оценок

Зачтено	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает ошибки, не приводящие к существенному искажению общего представления об описываемом объекте или процессе. Студент посещал все предусмотренные программой семинарские занятия по данному курсу. Студент выступил с докладом хотя бы на одном из семинарских занятий. Выполнение контрольных заданий и тестов от 50 %.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, принципиально не соответствующие современным научным представлениям. Студент пропустил большую часть предусмотренных программой семинарских занятий по данному курсу. Студент не выступил с докладом ни на одном из семинарских занятий. Выполнение контрольных заданий и тестов до 50%.

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

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные ответы на вопросы, тестирование

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные задания, включающие в себя одну практическую задачу (кейс).

Для оценивания результатов обучения в виде навыков используются следующие процедуры и технологии:

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используются: зачет.

- 6.4.** Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для текущего и промежуточного контроля сформированности компетенции.

Для оценки сформированности знаний компетенции ПК-11 используются:

1. Устный опрос по вопросам, выносимым на практические занятия и зачет.

Устный опрос используется для контроля знаний студентов в качестве проверки результатов освоения основных категорий, принципов и закономерностей по дисциплине «Тканевая инженерия».

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	40 минут
Предлагаемое количество вопросов	2
Критерии оценки:	
«зачтено»	Правильные ответы или ответы с незначительными ошибками на два вопроса
«не зачтено»	0 – 1 правильных ответов или ответов с незначительными ошибками

Примеры контрольных вопросов:

- 1) Биodeградируемые полимерные материалы для биоинженерии: свойства, применение.
- 2) Биоскуственные продукты для замены кожи, кости, хряща.
- 3) Биологические и физико-химические факторы, приводящие к биodeградации материалов.
- 4) Биоматериалы из природных макромолекул и особенности методологии исследования их физико-химических свойств.
- 5) Биосовместимые материалы для перорального, чрезслизистого и трансдермального введения лекарственных веществ.
- 6) В чем различие кривых напряжение–деформация для неживых материалов и биологических тканей
- 7) Достижения, потенциал и перспективы клеточных технологий в области медицины
- 8) Использование культур клеток и тканей человека
- 9) Классификация и общая характеристика методов стерилизации медицинских изделий.
- 10) Классификация материалов, используемых для изготовления медицинских изделий.

2. Тестирование

Для текущего контроля уровня знаний, полученных и закрепленных в процессе изучения как отдельной темы, так и блока из нескольких тем могут использоваться тесты. Время, выделяемое на выполнение данного задания, варьируется из расчета: 1 мин. на вопрос теста (от 10 до 25 вопросов, предел длительности контроля – 25 минут). Тестирование исключает возможность использования учебных материалов.

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	25 минут
Критерии оценки:	

«отлично»	Правильные ответы более чем на 95% вопросов теста
«хорошо»	Правильные ответы на 76-95% вопросов теста
«удовлетворительно»	Правильные ответы на 51-75% вопросов теста
«неудовлетворительно»	Правильные ответы на 50% и менее вопросов теста

Примеры тестовых заданий:

- 1) Донорская ткань, полученная от неродственного человека — это
 - a) изографт
 - b) аутографт
 - c) аллогraft
 - d) ксенографт
- 2) Тканевая инженерия является разделом ... медицины.
 - a) экспериментальной
 - b) регенеративной
 - c) судебной
 - d) ядерной
- 3) В стимул-реагирующих гидрогелях в качестве внешнего стимула может быть использован
 - a) pH
 - b) кислород
 - c) нутриенты
 - d) магнитостимуляция
- 4) За миграцию и пролиферацию эндотелиальных клеток отвечает
 - a) FGF-2
 - b) BMP-7
 - c) EGF
 - d) TNF
- 5) Основным естественным полимером, входящим в состав ВКМ является
 - a) фиброин
 - b) коллаген
 - c) альгинат
 - d) гиалуронан
- 6) После первой пассировки первичная клеточная культура называется
 - a) клеточным клоном
 - b) дочерними клетками
 - c) материнским дебрисом
 - d) клеточной линией
- 7) Аминокислоты, углеводы, витамины – это ... ростовой среды.
 - a) питательные вещества
 - b) ростовые факторы
 - c) основные гормоны
 - d) токсические вещества
- 8) Линия ... была первой стабильной клеточной культурой.
 - a) HeLa
 - b) 3T3
 - c) HEK 293
 - d) A549
- 9) Тканеинженерная структура, называемая ... позволяет клеткам формировать новую полноценную ткань.
 - a) стент

- b) графт
 - c) имплант
 - d) скаффолд
- 10) К биodeградируемым материалам относится
- a) керамика
 - b) коллаген
 - c) титан
 - d) гидроксиапатит

Для оценки сформированности умений компетенции ПК-11 используются задачи

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	20 минут
Предлагаемое количество вопросов	1 (кейс)
Критерии оценки:	
«зачтено»	Правильные ответы или методически не вполне правильные ответы, но ответы, которые указывают на общий правильный ход решения задачи.
«не зачтено»	Неправильный ответ или ответ со значительными ошибками

Примеры кейсов:

- 1) Вашим научным коллективом был получен грант на создание искусственной связки, которую в дальнейшем можно было бы имплантировать человеку. Основными критериями создаваемой ткани являются биосовместимость, уход от иммунного надзора, долговечность, а также способность к выдерживанию нагрузок, характерных для настоящей связки. Вам необходимо определить наиболее подходящие для формирования ткани материалы, предложить соединения, которые позволят избежать иммунного надзора и составить примерную схему формирования связки. Кроме этого, Вам требуется предположить, какие существующие методы тканевой инженерии могут быть использованы для создания имплантата и определить их релевантность.
- 2) Вы получили результаты сканирующей электронной микроскопии по внеклеточным матриксам ряда органов. На изображениях Вы можете отметить разную пористость и толщину фибриллярной компоненты. Вам необходимо определить вероятность успешности использования предложенных матриксов клетками разного генеза (эпителиальные, мезенхимальные, нейрональные).

Для оценки сформированности владений компетенции ПК-11 используются доклады на занятиях семинарского типа

Доклад

Студентам предлагается индивидуально подготовить доклад и его презентацию. Оценочное средство в виде подготовки доклада с последующей презентацией используется при проведении практического занятия во время аудиторной работы. Студентам предлагается самостоятельно проанализировать проблему, подготовить доклад, на его основе сделать презентацию доклада в слайдах с помощью программы POWER POINT и выступить перед студенческой аудиторией с представлением результатов исследования.

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	10-15 минут
------------------------------	-------------

Критерии оценки:	
«отлично»	содержание презентации соответствует теме доклада, информация изложена четко и логично, является достоверной; включает примеры из практики; количество цитируемых источников литературы более 10; выделены ключевые особенности характеризующего объекта; присутствует творческий, оригинальный подход
«хорошо»	содержание презентации соответствует теме доклада, информация, в целом, изложена четко и логично, является достоверной; количество цитируемых источников литературы более 5; ключевые особенности характеризующего объекта, в целом, упомянуты.
«удовлетворительно»	тема доклада раскрыта поверхностно; перегружена текстом; количество источников литературы не превышает 5; ключевые особенности объекта не выделены

Примеры тем докладов на семинарах:

1. Алгоритм выбора материала для изготовления имплантата.
2. Биоинженерная энзимология.
3. Биологические реакции на имплантируемые материалы. Классификация.
4. Биоматериалы. Материалы для инжиниринга тканей.
5. Биореакторы. Электроплазменное напыление биокomпозитных покрытий.
6. Значение продуктов деградации искусственных материалов для взаимодействия с биологическими объектами.
7. Значение физических свойств поверхности (пористость, шероховатость, растворимость) искусственных материалов для взаимодействия с биологическими тканями.
8. Имобилизованные клетки и ферменты в биотехнологическом производстве.
9. История формирования и потенциал тканевой инженерии.
10. Источники стволовых и дифференцированных клеток различного генеза.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

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

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

а) основная литература:

1. Волова Т.Г. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Красноярск: ИПК СФУ, 2009;

2. Öchsner, Andreas and Waqar Ahmed. "Biomechanics of Hard Tissues: Modeling, Testing, and Materials." (2010);
3. Lanza, Robert, Robert S. Langer and Joseph Phillip Vacanti. "Principles of tissue engineering." (2014);
4. Hasan, Anwarul. "Tissue Engineering for Artificial Organs: Regenerative Medicine, Smart Diagnostics and Personalized Medicine." (2017).

б) дополнительная литература:

1. Zhang, Lijie Grace, John P. Fisher and Kam W. Leong. "3D Bioprinting and Nanotechnology in Tissue Engineering and Regenerative Medicine." (2015);
2. Mogoşanu, George Dan, Alexandru Mihai Grumezescu, Laurenţiu Mogoantă, Ludovic Everard Bejenaru and Cornelia Bejenaru. "Applications of nanobiopolymers for soft tissue engineering." (2016).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,
 Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.
 Научная электронная библиотека «Pubmed» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ и с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика».

Автор _____ асс. Пospelов А.Д.

Автор _____ к.б.н., доц. Шилягина Н.Ю.

Рецензент _____ к.б.н., доц. каф. биохимии и физиологии Синицына Ю.В.

Заведующий кафедрой _____ д.б.н., доц. Воденеев В.А.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол №3.