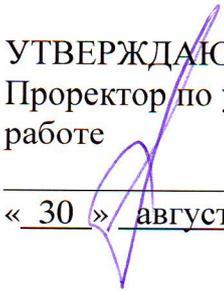


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической
работе


И.О. Петрищев
« 30 » августа 2017 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Программа учебной дисциплины вариативной части

для направления подготовки
06.04.01 Биология
направленность (профиль) образовательной программы
Биотехнология с основами нанотехнологий

(очная форма обучения)

Составитель: Цыганов А.В., к.ф.-м.н.,
доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и утверждено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «04» июля 2017 г. № 11

Ульяновск, 2017

1. Наименование дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование молекулярно-генетических систем» включена в вариативную часть Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биотехнология с основами нанотехнологий», очной формы обучения.

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

Цель изучения дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области исследования молекулярно-генетических систем на основе методов математического моделирования.

Задачи дисциплины:

- раскрыть содержание базовых понятий, предмета, методов и принципов моделирования;
- дать представление о видах моделирования и основных подходах к построению математических моделей молекулярно-генетических систем;
- обучить владению современными методами математического моделирования молекулярно-генетических систем.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Современные проблемы информатизации образования»:

Этап формирования Компетенции	теоретический	модельный	практический
	знает	умеет	владеет
готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)	ОР-1 содержание процесса формирования целей профессионального и личностного развития, способы его реализации при решении профессиональных задач, подходы и ограничения при использовании творческого потенциала	ОР-2 формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их самореализации с учётом индивидуально-личностных особенностей и возможностей использования творческого потенциала	ОР-3 приемами и технологиями формирования целей саморазвития и их самореализации, критической оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач и использованию творческого потенциала
готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации	ОР-4 современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи информации	ОР-5 самостоятельно ставить задачи научно-исследовательских работ; самостоятельно осваивать новые компьютер-	ОР-6 навыками применения современных компьютерных технологий для анализа, обобщения и систематизации

для решения профессиональных задач (ОПК-7)		ные технологии; планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы по теме магистерской программы с применением современного оборудования и компьютерных технологий; представлять результаты по теме исследования с использованием средств мультимедиа	результатов научно-исследовательских работ; навыками использования современных методов обработки и интерпретации полученной информации при проведении научных исследований; навыками профессионального оформления и представления результатов научно-исследовательских работ
способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры (ПК-1)	ОП-7 особенности моделирования биологических объектов	ОП-8 применять полученные знания в профессиональной деятельности; выбирать адекватные методы исследования моделей; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы	ОП-9 математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование молекулярно-генетических систем» является дисциплиной вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биотехнология с основами нанотехнологий», очной формы обучения (Б1.В.04 Математическое моделирование молекулярно-генетических систем).

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках изучения дисциплин педагогического цикла при обучении на программах бакалавриата и специалитета.

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
2	1	36	2	10	–	24	Зачет
Итого:	1	36	2	10	–	24	Зачет

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, оформленных в виде таблицы

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Введение. Динамика биологических систем	2			4
Тема 2. Кинетика биохимических процессов		2		4
Тема 3. Математические модели регуляции экспрессии гена		4		8
Тема 4. Анализ моделей и оценка параметров		2		4
Тема 5. Программное обеспечение молекулярно-генетического моделирования		2		4
Итого:	2	10		24

5.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Тема 1. Введение. Динамика биологических систем

Основные понятия и термины, обзор современных подходов и методов моделирования молекулярно-генетических систем. Динамические системы, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка. Динамические свойства биологических процессов. Динамическое поведение биологических систем.

Интерактивная форма: групповая дискуссия.

Тема 2. Кинетика биохимических процессов

Закон действующих масс в химической кинетике. Термодинамические константы. Ферментативная кинетика. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Колебания в ферментативных системах.

Интерактивная форма: работа в микрогруппах.

Тема 3. Математические модели регуляции экспрессии гена

Центральная догма молекулярной биологии. Дискретные модели на основе булевых функций. Моделирование процессов транскрипции и трансляции с помощью уравнений Михаэлиса – Ментен и Хилла. Генетический осциллятор (репрессилатор) Еловица – Лейблера. Модели с несколькими транскрипционными факторами. Модели лактозного оперона. Большие молекулярные сети.

Интерактивная форма: работа в микрогруппах.

Тема 4. Анализ моделей и оценка параметров

Экспериментальное получение значений параметров модели. Подбор параметров модели с помощью минимизации целевой функции. Алгоритмы минимизации: метод наименьших квадратов, линейное программирование, метаэвристики (локальный поиск, имитация отжига, генетический алгоритм). Анализ робастности (устойчивости) модели.

Интерактивная форма: работа в микрогруппах.

Тема 5. Программное обеспечение молекулярно-генетического моделирования

Системы компьютерной математики общего назначения: Maple, Matlab, Maxima, Scilab. FermentVelocity – программа генерации стационарных скоростей изменения концентрации компонентов системы мономолекулярных ферментативных реакций. GeneNetStudio – программный пакет, предназначенный для визуальной реконструкции и анализа сетевых моделей молекулярно-генетических систем (генные сети). MGSmodeller – компьютерная система, предназначенная для создания, вычисления и анализа математических моделей молекулярно-генетических систем. MGSmodelsDB – интернет-доступная база математических моделей элементарных подсистем клетки. Pajek Writer – программа для генерации структурного представления биохимических процессов в формате Pajek по набору протекающих реакций, представленных в виде списка биохимических реакций. KiNET – база кинетических данных и параметров биохимических процессов у *E.coli*. SBGN2Math – Программа для автоматической генерации математических моделей молекулярно-генетических систем (МГС), представленных структурно-функциональной организацией в формате SBGN-PD.

Интерактивная форма: работа в микрогруппах.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра. Самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения самостоятельных заданий по дисциплине и обеспечена базой заданий для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовка к устным докладам (мини-выступлениям);
- подготовка к защите реферата;
- подготовка к групповому обсуждению по темам;
- подготовка стендовых докладов и постеров;
- разработка проектов.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-1. Самостоятельная работа

Темы докладов:

1. Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Основные типы ОДУ 1-го порядка и их решение.
3. Основные типы ОДУ 2-го порядка и их решение.
4. Системы ОДУ 1-го порядка.
5. Решение ОДУ в системе Maple.
6. Решение ОДУ в системе MAXIMA.
7. Решение ОДУ в системе MATLAB.
8. Решение ОДУ в системе Scilab.

ОС-2. Самостоятельная работа

Примерный вариант задания:

1. Построить и исследовать математическую модель автокаталитической реакции.
2. Построить и исследовать математическую модель ферментативной реакции.
3. С помощью метода имитации отжига в системе Matlab найти кинетический параметр k модели, описываемой дифференциальным уравнением

$$\frac{dx}{dt} = -kX,$$

взяв в качестве целевой функции сумму квадратов невязок между значениями точного решения и экспериментальными данными в заданных точках t_1, t_2, \dots, t_n .

Перечень учебно-методических изданий кафедры по вопросам организации самостоятельной работы обучающихся

1. Цыганов А.В. Математическое моделирование молекулярно-генетических систем. Методические указания лекционных и практических занятий для магистров 1 курса 2 семестра направления подготовки 06.04.01 «Биология». Профиль: Биотехнология с основами нанотехнологий (очная форма обучения). Ульяновск: Изд-во УлГПУ, 2016.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Организация и проведение аттестации магистранта

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение магистрантам комплекса теоретических знаний, но на выработку у студентов компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки магистранта необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Все компетенции по данной дисциплине формируются на начальном (пороговом) уровне.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Типы контроля:

Текущая аттестация представлена следующими работами: устными докладами, рефератами, презентациями.

Достоинства предложенной системы проведения аттестации: систематичность, непосредственно коррелирующая с требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения, а также возможность балльно-рейтинговой оценки успеваемости магистранта.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

7.1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенции	Этапы формирования компетенций	Показатели формирования компетенции - образовательные результаты (ОР)		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Теоретический (знать) содержание процесса формирования целей профессионального и личностного развития, способы его реализации при решении профессиональных задач, подходы и ограничения при использовании творческого потенциала	ОР-1 содержание процесса формирования целей профессионального и личностного развития, способы его реализации при решении профессиональных задач, подходы и ограничения при использовании творческого потенциала		
	Модельный (уметь) формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их самореализации с учётом индивидуально-личностных особенностей и возможностей использования творческого по-		ОР-2 формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их самореализации с учётом индивидуально-личностных особенностей и возможностей использования творческого по-	

	<p>тенциала</p> <p>Практический (владеть) приемами и технологиями формирования целей саморазвития и их самореализации, критической оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач и использованию творческого потенциала</p>		<p>тенциала</p>	<p>ОР-3</p> <p>приемами и технологиями формирования целей саморазвития и их самореализации, критической оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач и использованию творческого потенциала</p>
<p>ОПК-7</p> <p>готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач</p>	<p>Теоретический (знать) образовательные технологии, которые целесообразно использовать при обучении в информационно-образовательной среде; современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи информации</p>	<p>ОР-4</p> <p>современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи информации</p>		
	<p>Модельный (уметь) самостоятельно ставить задачи научно-исследовательских работ; самостоятельно осваивать новые компьютерные технологии; планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы по теме магистер-</p>		<p>ОР-5</p> <p>самостоятельно ставить задачи научно-исследовательских работ; самостоятельно осваивать новые компьютерные технологии; планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы по теме магистерской програм-</p>	

	ской программы с применением современного оборудования и компьютерных технологий; представлять результаты по теме исследования с использованием средств мультимедиа		мы с применением современного оборудования и компьютерных технологий; представлять результаты по теме исследования с использованием средств мультимедиа	
	Практический (владеть) навыками применения современных компьютерных технологий для анализа, обобщения и систематизации результатов научно-исследовательских работ; навыками использования современных методов обработки и интерпретации полученной информации при проведении научных исследований; навыками профессионального оформления и представления результатов научно-исследовательских работ			ОР-6 навыками применения современных компьютерных технологий для анализа, обобщения и систематизации результатов научно-исследовательских работ; навыками использования современных методов обработки и интерпретации полученной информации при проведении научных исследований; навыками профессионального оформления и представления результатов научно-исследовательских работ
ПК-1 способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятель-	Теоретический (знать) основы рационального природопользования; биологические методы повышения продуктив-	ОР-7 особенности моделирования биологических объектов		

<p>ности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры</p>	<p>ности наземных и водных экосистем; основные характеристики биопродуктивности популяций и сообществ; правила пробоотбора и пробоподготовки вод, воздуха, почв; физико-химические методы анализа; особенности моделирования биологических объектов</p>			
	<p>Модельный (уметь) применять полученные знания в профессиональной деятельности; предлагать оптимальные схемы анализа объектов окружающей среды с учетом возможностей и оснащения химической лаборатории; анализировать получаемые в лаборатории результаты с учетом погрешности используемых методик анализа, значений предельно-допустимых концентраций соединений в конкретном объекте; проводить сравнительный анализ продуктивности наземных и водных экосистем; выбирать адекватные ме-</p>		<p>ОР-8 применять полученные знания в профессиональной деятельности; выбирать адекватные методы исследования моделей; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы</p>	

	ские модели регуляции экспрессии гена											
4.	Тема 4. Анализ моделей и оценка параметров	ОС-1, 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	Тема 5. Программное обеспечение молекулярно-генетического моделирования	ОС-1, 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Промежуточная аттестация	ОС-3 Зачет в форме устного собеседования по вопросам										

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные доклады, защита реферата, групповые дискуссии, стендовые доклады и презентации. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических занятиях.

Критерии и шкалы оценивания

ОС-1. Самостоятельная работа

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания (максимальное количество баллов)
Выступающий слабо владеет содержанием, доклад зачитывается; Выступающий не может ответить на большинство вопросов преподавателя. Показано владение базовой терминологией. Материал рассказывается, но не объясняется суть работы; Практическое задание не выполнено или выполнено некорректно.	Теоретический (знать)	4
Доклад четко выстроен, выступающий владеет содержанием. Выступающий может ответить на большинство вопросов преподавателя; В докладе использованы общенаучные и специальные термины; Практическая часть задания выполнена не полностью.	Теоретический (знать)	8
Выступающий свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал; Выступающий свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания преподавателя; Показано владение специальным аппаратом; Доклад содержит полную, понятную информацию по теме работы; Практическая часть задания выполнена полностью и корректно.	Теоретический (знать) Модельный (уметь)	5

Всего:	13
--------	----

Самостоятельная работа выполняется аудиторно (на практических занятиях) или внеаудиторно, индивидуально или в микрогруппах. Защита результата выполняется в виде устного доклада, презентации или реферата на практических занятиях.

ОС-2. Контрольная работа

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания (максимальное количество баллов)
Работа выполнена не полностью, но магистрант знает основные понятия и может сформулировать алгоритм выполнения задания.	Теоретический (знать)	4
Работа выполнена полностью, но при выполнении обнаружилось недостаточное владение навыками работы в рамках поставленной задачи;	Теоретический (знать) Модельный (уметь)	4
Работа выполнена полностью и получено требуемое представление результата работы; Магистрант показал полное владение навыками работы в рамках поставленной задачи.	Теоретический (знать) Модельный (уметь) Практический (владеть)	5
Всего:		13

Контрольная работа выполняется индивидуально на практическом занятии или внеаудиторно.

ОС-3. Зачет

При проведении зачета учитывается уровень знаний обучающегося при ответах на вопросы (теоретический этап формирования компетенций), умение обучающегося отвечать на дополнительные вопросы по применению теоретических знаний на практике и по выполнению обучающимся заданий текущего контроля (модельный этап формирования компетенций).

Критерии и шкала оценивания зачета

Критерий	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания (максимальное количество баллов)
Ответ на вопрос практически отсутствует. Магистром изложены отдельные знания из разных тем, отсутствуют причинно-следственные связи. Речь неграмотная, педагогическая терминология не использует-	Теоретический (знать)	0–8

<p>ся. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа. Контрольные работы не выполнены.</p>		
<p>Ответ на вопрос складывается из разрозненных знаний. Магистром допущены существенные ошибки. Изложение материала нелогичное, фрагментарное, отсутствуют причинно-следственные связи, доказательность и конкретизация. Речь неграмотная, педагогическая терминология практически не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа. Контрольные работы не выполнены.</p>	<p>Теоретический (знать)</p>	<p>9–16</p>
<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Нарушены логичность и последовательность изложения материала. Допущены ошибки в употреблении терминов, определении понятий. Студент не способен самостоятельно выделить причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Контрольные работы выполнены не полностью, с большим количеством замечаний преподавателя.</p>	<p>Теоретический (знать)</p>	<p>17–24</p>
<p>Дан относительно полный ответ на поставленный вопрос. Показано умение мыслить логически, иногда определять причинно-следственные связи. Ответ изложен достаточно последовательно, грамотным языком с использованием современной педагогической терминологии. Могут быть допущены заметные недочеты или неточности, частично исправленные магистром с помощью преподавателя или не исправленные. Контрольные работы выполнены полностью, но с замечаниями преподавателя.</p>	<p>Теоретический (знать) Модельный (уметь)</p>	<p>25–32</p>
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Показано умение мыслить логически, определять причинно-следственные связи. Ответ имеет четкую структуру, изложен грамотным языком с использованием современной педагогической терминологии. Могут быть допущены 2-3 недочета или неточности, исправленные магистром с помощью преподавателя. Контрольные работы выполнены полностью без замечаний.</p>	<p>Теоретический (знать) Модельный (уметь) Практический (владеть)</p>	<p>33–39</p>

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

Примерные вопросы к зачёту

1. Характеристика и способы моделирования.
2. Этапы построения модели.
3. Специфика и особенности математического моделирования молекулярно-генетических систем.
4. Модели, описываемые дифференциальными уравнениями.
5. Динамические свойства биологических процессов.
6. Динамическое поведение биологических систем.
7. Закон действующих масс в химической кинетике. Термодинамические константы.
8. Ферментативная кинетика. Уравнение Михаэлиса – Ментен.
9. Колебания в ферментативных системах.
10. Центральная догма молекулярной биологии.
11. Дискретные модели на основе булевых функций.
12. Моделирование процессов транскрипции и трансляции с помощью уравнений Михаэлиса – Ментен и Хилла.
13. Генетический осциллятор (репрессилатор) Еловица – Лейблера.
14. Модели лактозного оперона.
15. Методы оценки параметров модели.
16. Методы анализа устойчивости модели.
17. Программное обеспечение молекулярно-генетического моделирования.

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.6 программы.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1.	Самостоятельная работа	Самостоятельная работа выполняется аудиторно (на практических занятиях) или внеаудиторно, индивидуально или в микрогруппах. Защита результата выполняется в виде устного доклада, презентации или реферата на практических занятиях.	Комплект заданий
2.	Контрольная работа	Контрольная работа выполняется индивидуально на практическом занятии или внеаудиторно.	Комплект заданий
3.	Зачет (экзамен) в форме устного собеседования по вопросам	Проводится в установленный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценки учитывается уровень приобретенных компетенций студента.	Комплект примерных вопросов к зачету (экзамену).

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплин

3 семестр

№ п/п	Вид деятельности	Максимальное количество баллов за занятие	Максимальное количество баллов по дисциплине
1.	Посещение лекций	1	1
2.	Посещение практических занятий	2	10
3.	Работа на занятии	13	65
4.	Зачет	24	24
ИТОГО:	1 зачетная единица		100

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
2 семестр	Разбалловка по видам работ	1 x 1 = 1 балл	5 x 2 = 10 баллов	5 x 13 = 65 балла	24 балла
	Суммарный макс. балл	1 балл max	11 баллов max	76 баллов max	100 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

По итогам изучения дисциплины «Биоинформатика», трудоёмкость которой составляет 1 ЗЕ и изучается во 2 семестре, обучающийся набирает определённое количество баллов, которое соответствует оценке по принятой шкале, характеризующей качество освоения студентом знаний, умений и навыков по дисциплине согласно следующей таблице:

	1 ЗЕ
«зачтено»	31 балл и более
«не зачтено»	менее 31 балла

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Волкова В.Н., Горелова Г.В., Козлов В.Н., Лыпарь Ю.И., Паклин Н.Б. Моделирование систем: Подходы и методы: учебное пособие. – СПб: Издательство Политехнического университета, 2013. – 568 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986&sr=1>)

2. Иванов В.И. Математические методы в биологии. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. – 196 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232506&sr=1>).

3. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 848 с. (Библиотека УлГПУ: 10 экз.)

Дополнительная литература

1. Андреева Е.А., Шилова Н.А. Оптимальное управление биологическими сообществами: учебное пособие. – Архангельск: ИД САФУ, 2014. – 241 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312265&sr=1>).

2. Андрианов А.М. Конформационный анализ белков: теория и приложения. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 518 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142264&sr=1>)

3. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. – Новосибирск: Издательство Новосибирского ун-та: Сибирское университетское изд-во, 2006. – 478 с. (Библиотека Ул-ГПУ: 30 экз.)

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

Интернет-ресурсы

<https://compbiol.ru> – compbiol.ru

<https://biomolecula.ru> – «Биомолекула»

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov> – National Center for Biotechnology Information

Электронные библиотечные системы (ЭБС), с которыми сотрудничает

«УлГПУ им. И.Н. Ульянова»

№	Название ЭБС	№, дата договора	Срок использования	Количество пользователей
1	«ЭБС ZNANI-UM.COM»	Договор № 2304 от 19.05.2017	с 31.05.2017 по 31.05.2018	6 000
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Договор № 1966 от 13.11.2017	с 22.11.2017 по 21.11.2018	8 000
3	ЭБС elibrary	Договор № 223 от 09.03.2017	С 09.03.2017 до 09.03.2018	100%
4	ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ»	Договор № 3107 от 13.12.2017	С 13.12.2017 по 13.12.2018	100%

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать

уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к семинару (практическому занятию).

Большая часть семинарских (практических) занятий предусматривает изучение материала учебного пособия, хрестоматии, дополнительной литературы (в том числе и материалов периодической печати), подготовку рефератов и сообщений по предложенным вопросам.

Подготовка к практическому занятию, должна основываться на изучении источников и новейших исследований отечественных и зарубежных. Кроме того, практическое занятие может включать и мероприятия по контролю знаний по дисциплине в целом.

При подготовке к практическому занятию обучающийся должен изучить все вопросы, предлагаемые по данной теме, но ответить развернуто может по одному из вопросов, наиболее интересному на его взгляд. При этом обучающийся должен иметь конспект лекций и сделанные конспекты вопросов, рекомендованные для практического занятия.

Подготовка к устному докладу.

Доклады делаются по каждой теме с целью проверки теоретических знаний обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Доклады заслушиваются в начале лабораторного занятия после изучения соответствующей темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада студент выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада студент должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить раздаточный материал или презентацию. План доклада необходимо предварительно согласовать с преподавателем.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Архиватор 7-Zip,
- Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows,
- Операционная система Windows Pro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmc,
- Офисный пакет программ Microsoft Office Professional 2013 OLP NL Academic,
- Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView,
- Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI,
- Браузер Google Chrome.
- Система дистанционного обучения Moodle.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

При реализации ОПОП в учебных корпусах имеются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены демонстрационным и учебно-наглядным оборудованием, лаборатория снабжена специализированным оборудованием, которое необходимо для проведения занятий. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью обеспечения подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-информационную образовательную среду. При реализации ОПОП учебный процесс обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория № 417 (аудитория для лекционных занятий)	Посадочные места – 50. Преподавательский стол – 1 шт. Столы ученические двухместные – 14шт. Столы ученические трехместные – 8 шт. Тумба под компьютер – 1шт. Встроенные шкафы – 2 шт. Стулья – 50 шт. Мультимедийный класс в составе: интерактивная система SMART Board SB 685. Ноутбук HP Pavilion g6-2364. Ин. номе ВА0000005863. Доска – 1 шт. Жалюзи – 3 шт. Стул из кожи черный – 1 шт.	* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №260916-ЛД от 12.12.2016 г., действующая лицензия. * Операционная система Windows 8 Pro, договор №0368100013813000032-0003977-01 от 09.07.2013 г., действующая лицензия. * Офисный пакет программ Office Standard 2013 RUS OLP NL Acdmc, договор №0368100013813000032-0003977-01 от 09.07.2013 г., действующая лицензия * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, про-

		лонгировано. * Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
Аудитория № 426а – научно-исследовательская лаборатория математического моделирования (аудитория для практических занятий)	<p>Посадочные места – 11. Преподавательский стол – 1 шт. Столы ученические двухместные – 1 шт. Столы ученические трехместные – 3 шт. Столы для оборудования – 2 шт. Стул руководителя – 3 шт. Стулья ученические – 11 шт.</p> <p>Оборудование: 1. Вычислительный кластер в составе: серверная стойка APC, ИБП APC Smart-UPS 1500 XLM, ИБП APC Smart-UPS RT 10000, рабочая станция Supermicro, серверная система Headnode, серверное шасси V5000, коммутатор Juniper EX3300, коммутатор Mellanox SX6025. Инв. №ВА0000005411. 2. Роутер D-Link DIR-825 Инв. №ВА0000007097. 3. МФУ Kyocera ECOSYS M6026cdn. Инв. №ВА0000006989. 4. Проектор Epson EB-955-WH + потолочное крепление. Инв. №ВА0000007127. 5. Проекционный экран настенный Digis. 6. Проекционный экран на штативе Digis. 5. 3D-проектор InFocus SP1080. 6. 3D-телевизор LG 32LF62 + комплект 3D-очков (5 шт). 7. 3D-принтер WANHAO Duplicator 4S. 8. 3D-сканер bq Ciclop. 9. 3D-очки DLP-Link – 3</p>	<p>* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №260916-ЛД от 12.12.2016 г., действующая лицензия. * Операционная система Windows 8 Pro, договор №0368100013813000032-0003977-01 от 09.07.2013 г., действующая лицензия. * Офисный пакет программ Office Standard 2013 RUS OLP NL Acdmc, договор №0368100013813000032-0003977-01 от 09.07.2013 г., действующая лицензия * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Система компьютерной математики МАХИМА, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Система компьютерной математики Scilab, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Среда разработки MS Visual Studio 2015 Community Edi-</p>

	<p>шт.</p> <p>10. Шлем виртуальной реальности VR BOX.</p> <p>11. Шлем виртуальной реальности OYOVR Y4.</p> <p>12. Набор для технического творчества на платформе Arduino – 10 шт.</p> <p>13. Набор для конструирования мобильного робота на платформе Arduino – 5 шт.</p>	<p>tion, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> <p>* Система 3D-моделирования Blender, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> <p>* Редактор растровой графики GIMP, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> <p>* Редактор векторной графики Inkscape, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> <p>* Аудиоредактор Audacity, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> <p>* Цифровая звуковая рабочая станция LMMS, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> <p>* Среда разработки Arduino IDE открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p>
--	---	--