

08

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)

Утверждаю
Вознесен В.А.
декан факультета/директор
института
«12» 09 2014 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ

Б.2.В.02

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 2

Направление подготовки: 050100.62 Педагогическое образование

Профиль подготовки: Биология и химия

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. Цель изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математические методы в биологии» являются получение знаний и формирование у бакалавров общекультурных и профессиональных компетенций (ОК 1,4, 8, 12, ПК 9–11) по биологии и информатике, формирование основных понятий, связанных с применением математических моделей для описания эволюционных биологических процессов (динамики популяций; биохимической кинетики, процессов клеточного роста и т.д.). Курс существенно ориентирован на междисциплинарную область обучения, поскольку для его успешного усвоения требуется синтез знаний, полученных из курсов математики, биологии, экологии и информатики. Помимо этого учащиеся получают знания по структуре аппаратного и программного обеспечения, программированию в среде электронных таблиц, структуре математических моделей популяционной биологии, освоение программных средств реализации информационных процессов и математических моделей динамики популяций.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина является базовой и относится к математическому и естественнонаучному циклу. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо и достаточно знаний и умений, приобретенных студентами при обучении в среднеобразовательном учебном заведении. Знания и умения, полученные студентами при успешном освоении курса, будут востребованы при дальнейшем изучении всех дисциплин учебного плана по данной специальности. Кроме того, полученные студентами в результате изучения дисциплины знания будут использоваться при выполнении практических занятий предметов биологического цикла, написании докладов, курсовых проектов, дипломном проектировании и в последующей практической деятельности выпускника.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Математические методы в биологии»

Содержание курса направлено на формирование следующих компетенций обучающихся:

а) общекультурные (ОК-1, 4, 8, 9, 12):

- владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- способностью использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования;
- готовностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готовностью работать с компьютером как средством управления информацией;
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;

б) профессиональные (ПК 9-11):

- способностью разрабатывать и реализовывать, с учетом отечественного и зарубежного опыта, культурно-просветительские программы;
- способностью выявлять и использовать возможности региональной культурной образовательной среды для организации культурно-просветительской деятельности;
- готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для определения и решения исследовательских задач в области образования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные методы и методические приемы математического моделирования биологических процессов, основы проведения вычислительного эксперимента, основные элементы сложившейся на настоящий момент системы математических методов исследований; цели и задачи обработки информации, современные информационные технологии, используемые в образовании; основные характеристики естественнонаучной картины мира, место и роль человека в природе; основные способы математической обработки информации; принципы построения компьютерных систем, принципы разработки алгоритмов и программ, основные численные алгоритмы для реализации математических моделей популяционной динамики.

Уметь: применять естественно научные знания в профессиональной деятельности; использовать современные информационно-коммуникационные технологии в процессе образовательной деятельности; оценивать программное обеспечение и перспективы его использования с учетом решаемых профессиональных задач; в учебной деятельности (в том числе при выполнении курсовых и дипломных работ); при дальнейшем освоении профессии; создавать, редактировать, оформлять, сохранять, передавать информационные объекты различного типа с помощью современного программного обеспечения; осуществлять поиск информации в сети Интернет; создавать собственные программы для реализации биологических моделей; применять меры защиты личной информации на ПК.

Владеть знаниями и навыками по основным методам и методическим приемам математического моделирования биологических процессов, основам проведения вычислительного эксперимента; по основным методам математической обработки информации; навыками работы с программными средствами общего и профессионального назначения; применения базового ПО и специализированных программных систем; основными понятиями и терминами дисциплины; знаниями о современных методах обработки данных экспериментальных исследований в биологии и медицине; оформления квалифицированных и научных работ (отчет, научный доклад на семинаре или конференции, курсовая работа, дипломный проект, научная статья).

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость: зачетные единицы, часы (в соответствии с учебным планом)	Распределение по семестрам, часы (в соответствии с учебным планом)
	Всего: 2 зачетные единицы – 72 часа	семестр 1
Аудиторные занятия	38	38
Лекции	–	–
Практические занятия	–	–
Семинары	–	–
Лабораторные работы	38	38
Другие виды аудиторных работ	–	–
Другие виды работ	–	–
Самостоятельная работа	34	34
Курсовой проект (работа)	–	–
Реферат	–	–
Расчётно-графические работы	–	–
Формы текущего контроля	–	–
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		зачет

5. Содержание учебной дисциплины

5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)				
		ВСЕ ГО	лекции	Лабораторные работы	в том числе интерактивные формы обучения	самостоятельные
1	Классификация моделей биологических систем.	2	–	2	–	6
2	Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением.	2	–	2	–	2
3	Модели роста отдельной популяции	2	–	2	–	8
4	Модели, описываемые двумя уравнениями	12	–	12	2	–
5	Система двух автономных дифференциальных уравнений общего вида	10	–	10	–	8
6	Модели взаимодействия видов. Автоколебательные системы.	6	–	6	4	–
7	Временная иерархия биологических систем.	2	–	2	2	10
8	Распределенные системы. Человек в биосфере	2	–	2	–	–
	Итого	38	-	38	8/21%	34

5.2 Содержание разделов дисциплины

5.2.1. Классификация моделей биологических систем

Объект, метод и цель моделирования. Качественные, регрессионные и имитационные модели. Математический аппарат. Модели, описываемые одним уравнением. Понятие устойчивости стационарного состояния и устойчивости решения.

5.2.2. Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением

Автономное и неавтономное уравнение. Аналитическое решение. Уравнение с запаздыванием. Возможные типы решения. Метод Ляпунова и графический метод исследования устойчивости стационарного состояния. Примеры: распад вещества, линейный рост, логистический рост.

5.2.3. Модели роста отдельной популяции

Непрерывные модели Мальтуса, Ферхюльста, модель с минимальной критической численностью. Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Типы решений: ограниченный рост, колебания, хаос. Бифуркационная диаграмма. Модели с запаздыванием. Возрастная структура популяции.

5.2.4. Модели, описываемые двумя уравнениями.

Фазовая плоскость и фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины вертикальных и горизонтальных касательных. Система двух линейных уравнений, ее решение. Типы особых точек. Пример: линейная химическая реакция

5.2.5. Система двух автономных дифференциальных уравнений общего вида

Метод Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния (линеаризации решения в окрестности особой точки). Примеры: уравнения химической реакции Лотки и уравнения взаимодействия видов Вольтерра.

5.2.6. Модели взаимодействия видов. Автоколебательные системы.

Классификация типов взаимодействий. Вольтерровские модели. Обобщенная модель Колмогорова. Типы трофических функций. Модель МакАртура.

Модель темновых процессов фотосинтеза. Точечная модель брюсселятора. Гликолиз. Квазистохастические системы. Странный аттрактор. Сцепарий удвоения предельного цикла; Примеры: модель Лоренца, модель хищник - две жертвы

5.2.7. Временная иерархия биологических систем

Редукция систем, Теорема Тихонова. Понятие идентификации динамических моделей. Общая схема идентификации системы. Методы идентификации параметров динамических моделей.

5.2.8. Распределенные системы. Человек в биосфере

Структуры и автоволны в активных биологических средах. Диссипативные структуры. Неустойчивость однородного в пространстве стационарного решения. Человечество в биосфере. Экологическая проблема. Загрязнение атмосферы. Загрязнение гидросферы. Загрязнение литосферы

5.3. Лабораторные работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	5.2.1	Классификация моделей биологических систем.
2	5.2.2	Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением.
3	5.2.3	Модели роста отдельной популяции
4-9	5.2.4	Модели, описываемые двумя уравнениями
10-14	5.2.5	Система двух автономных дифференциальных уравнений общего вида
15	5.2.6	Модели взаимодействия видов. Автоколебательные системы.
16-17	5.2.7	Временная иерархия биологических систем.
18-19	5.2.8	Распределенные системы. Человек в биосфере

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

С.С. Бондарчук, В.Н. Долгин, В.П. Перевозкин. Математическое моделирование в популяционной экологии: Учебное пособие. Томск: Изд-во Томского гос. педагогического ун-та, 2006. 164с.

Математическое моделирование в популяционной экологии. Методические указания УМК / Режим доступа: файл "МатМод.pdf" в папке "Литература"

Практикум по текстовому редактору. Методические указания УМК / Режим доступа: файл "Практикум ТР.pdf" в папке "Литература".

Практикум по электронным таблицам. Методические указания УМК / Режим доступа: файл "Практикум ЭТ.pdf" в папке "Литература".

6.2. Дополнительная литература

Методические материалы на сайте ТГПУ. Режим доступа <http://koi.tspu.edu.ru>

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- программа Microsoft Office; OpenOffice.org;
- методические материалы <http://koi.tspu.edu.ru>;
- методические указания к проведению вычислений в *Excel (Calc)*;
- информационно-справочные системы по работе с компьютером.

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При освоении данной дисциплины используются учебные аудитории и компьютерный класс Биолого-химического факультета и информационные ресурсы сайта ТГПУ <http://koi.tspu.edu.ru>.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

7.1. Методические рекомендации (материалы) преподавателю.

Изучение дисциплины рассчитано на один семестр и включает в себя только лабораторные работы. Успешному усвоению дисциплины способствуют задания и методические материалы, входящие в учебно-методический комплекс. Промежуточный срез знаний осуществляется в ходе выполнения лабораторных работ, структура которых предусматривает последовательное освоение (накопление) приемов и методов выполнения заданий. Практически на любом этапе обучения по ходу выполнения очередной работы преподаватель может оценить усвоение студентом знаний предыдущих разделов обучения. Курс заканчивается итоговым зачетом.

При изложении "компьютерной" части содержания дисциплины основное внимание должно уделяться формированию умения студентов формулировать вопросы четко и терминах предметной области таким образом, чтобы ответы на них учащиеся сами могли найти анализом инструментария используемого программного обеспечения.

7.2. Методические рекомендации для студентов.

Значительная часть материала дисциплины учебным планом отводится на самостоятельное изучение. Вопросы, рекомендованные к самостоятельному изучению, рассматриваются лишь касательно время аудиторных занятий ввиду ограниченности времени. Но их проработка существенно расширяет общий кругозор знаний у обучающихся, повышает эрудированность и облегчает восприятие важных положений информационных технологий. Это дает возможность студентам увереннее ориентироваться в других дисциплинах, применяя навыки логического математизированного мышления, формируемые при изучении данного курса, что, в свою очередь, способствует формированию всех перечисленных выше компетенций (ПК, ОК).

План самостоятельной работы

Общее количество часов, выносимых на самостоятельную работу: 34 часа

№	Раздел дисциплины	Перечень вопросов	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Раздел 5.2.1. "Классификация моделей биологических систем"	Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с неперекрывающимися поколениями.	6	Устный отчет
2.	Раздел 5.2.2. "Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением"	Дискретное логистическое уравнение. Диаграмма и лестница Ламерея. Типы решений при разных значениях параметра: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.	2	Устный отчет
3.	Раздел 5.2.3. "Модели роста отдельной популяции"	Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Пример: химические реакции первого порядка. Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Бифуркации динамических систем. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы и фазопараметрические портреты. Катастрофы. Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми	8	Устный отчет

		стационарными состояниями. Конкуренция. Силовое и параметрическое переключение триггера. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов. Генетический триггер Жакоба и Моно.		
	Раздел 5.2.5. "Система двух автономных дифференциальных уравнений общего вида"	Гипотезы Вольтерра. Аналогии с химической кинетикой. Вольтерровские модели взаимодействий. Классификация типов взаимодействий Конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов. Модель Колмогорова. Модель взаимодействия двух видов насекомых Макауртура. Параметрический и фазовые портреты системы Базыкина.	8	Устный отчет
4.	Раздел 5.2.7. "Модели взаимодействия видов. Автоколебательные системы"	Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова - Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель брюсселятор. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Автоколебания в модели гликолиза. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы.	10	Устный отчет

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

8.1. Формы текущего контроля успеваемости

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется в виде:

- проведения регулярного экспресс-опроса по пройденному материалу,
- обсуждения и анализа методологии выполнения заданий,
- скоростью выполнения текущей работы, которая в значительной степени зависит от объема усвоенного ранее материала,
- индивидуального и коллективного обсуждения отчетов по выполненной работе и самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация обучающихся определяется соответствием количества выполненных лабораторных работ к таковому, определяемому планом курса.

Завершающая аттестация по курсу проводится в форме зачета, определяемые учебным планом подготовки, которые проводятся в форме письменных ответов по билетам и устном собеседовании по ответам.

8.2. Примерный перечень вопросов к зачетам

1. Классификация моделей биологических систем.
2. Объект, метод и цель моделирования. Качественные, регрессионные и имитационные модели.
3. Математический аппарат моделирования биологических систем. Модели, описываемые одним уравнением. Понятие устойчивости стационарного состояния и устойчивости решения.
4. Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением.
5. Автономное и неавтономное уравнение. Аналитическое решение.
6. Уравнение с запаздыванием. Возможные типы решения. Метод Ляпунова и графический метод исследования устойчивости стационарного состояния.
7. Модели роста отдельной популяции. Непрерывные модели Мальтуса, Ферхюльста, модель с минимальной критической численностью.
8. Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Типы решений: ограниченный рост, колебания, хаос. Бифуркационная диаграмма.
9. Модели с запаздыванием. Учет возрастной структуры популяции.
10. Модели, описываемые двумя уравнениями. Фазовая плоскость и фазовый портрет.
11. Метод изоклин. Главные изоклины вертикальных и горизонтальных касательных. Система двух линейных уравнений, ее решение. Особые точки.
12. Система двух автономных дифференциальных уравнений общего вида. Метод Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния (линеаризации решения в окрестности особой точки). Примеры: уравнения химической реакции Лотки и уравнения взаимодействия видов Вольтерра.
13. Модели взаимодействия видов.
14. Классификация типов взаимодействий. Вольтерровские модели.
15. Обобщенная модель Колмогорова. Типы трофических функций.
16. Автоколебательные системы. Модель темновых процессов фотосинтеза.
17. Квазистохастические системы. Странный аттрактор. Сценарий удвоения предельного цикла;
18. Примеры: модель Лоренца, модель хищник – две жертвы.
19. Временная иерархия биологических систем. Редукция систем, Теорема Тихонова.
20. Понятие идентификации динамических моделей. Общая схема идентификации системы. Методы идентификации параметров динамических моделей.
21. Для заданных констант построить фазовый портрет модели Холлинга–Гэннера

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r \cdot x_1 \left(1 - \frac{x_1}{K}\right) - w \cdot x_2 \frac{x_1}{D + x_1}, \\ \frac{dx_2}{dt} = s \cdot x_2 \left(1 - \frac{J}{x_1} x_2\right). \end{cases}$$

22. Для уравнения Лотка – Вольтерра с логистической поправкой (модель конкурирующих видов с "логистической поправкой") проанализировать решение и фазовый портрет

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = (a - bx_2)x_1 - \alpha \cdot x_1^2 \\ \frac{dx_2}{dt} = (-c + dx_1)x_2 - \alpha \cdot x_2^2 \end{cases}$$

23. Распределенные системы. Структуры и автоволны в активных биологических средах.
24. Человек в биосфере. Человечество в биосфере.

25. Экологическая проблема человечества. Загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы.
26. Проанализировать решение и фазовый портрет для системы Лотка – Вольтерра

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = (a - bx_2)x_1, \\ \frac{dx_2}{dt} = (-c + dx_1)x_2, \end{cases} \quad \text{где } a, b, c, d > 0.$$

Провести интерпретации модели при описании поведения конкурирующих фирм, роста пародопаселения, численности воюющих армий, изменения экологической обстановки, развития науки и пр.

27. Для взаимоотношений типа "хищник-жертва" или "паразит-хозяин" проанализировать решение и дать интерпретацию фазового портрета

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_1(a_1 - b_{12}x_2 - c_1x_1), \\ \frac{dx_2}{dt} = x_2(a_2 + b_{21}x_1 - c_2x_2). \end{cases}$$

28. Решить логистическое уравнение с запаздыванием, построить график процесса и дать интерпретацию результатов

$$\frac{dN}{dt} = rN(t) \left[1 - \frac{N(t-T)}{K} \right].$$

29. Модель ограниченный роста Ферхюльста. Построить график роста популяции и дать интерпретацию результатов

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right).$$

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100.62 – Педагогическое образование, бакалавриат.

Рабочую программу учебной дисциплины составил:

докт.физ.-мат.наук, профессор кафедры общей биологии и экологии



С.С. Бондарчук

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии. Протокол № 1 от 29 08 2011 года.

Зав. кафедрой



В.Н. Долгин

(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией Биолого-Химического факультета. Протокол № 7 от 2 09 2011 года.

Председатель методической комиссии БХФ



Е.И. Князева

(подпись)

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины «Математическое моделирование в биологии» на 2012-2013 учебный год.

В программе учебной дисциплины изменений и дополнений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии, протокол № 1 от 01.09.2012 года.


Заведующий кафедрой  В.Н. Долгин

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины «Математическое моделирование в биологии» на 2013-2014 учебный год.

В программе учебной дисциплины изменений и дополнений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры общей биологии и экологии, протокол № 1 от 29.08.2013 года.

Заведующий кафедрой  В.Н. Долгин

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины «введение в биологическую статистику» на 2014-2015 учебный год.

В программе учебной дисциплины внесены дополнения в средства обеспечения освоения дисциплины.

1) Архив журнала Science, The American Association for the Advancement of Science (AAAS) - Американская ассоциация по развитию науки - некоммерческая организация, сообщество ученых, созданное в целях поддержки науки, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 01.01.2012 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>

2) Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. При поддержке РФФИ. Лицензионное соглашение №916 от 12.01.2004 г. на период с 12.01.2004 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров ТГПУ. <http://elibrary.ru>

3) Архив научных журналов 2011 Cambridge Journals Digital. Издательство Cambridge University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 30.03.12 - бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>

4) Архивы 169 журналов издательства Oxford University Press. Издательство Oxford University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 14.03.12 - бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. <http://www.oxfordjournals.org/>

5) Цифровой архив электронных журналов издательства Taylor&Francis. Издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Договор №316-РН-211 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров ТГПУ. <http://arch.neicon.ru/xmlui/>

6) УИС Россия (Университетская информационная система РОССИЯ). Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Научно-исследовательский вычислительный центр, Экономический факультет), Автономная некоммерческая организация Центр информационных исследований (АНО ЦИИ). Письмо-заявка № 21/300 от 01.03.2010 г. на период с 01.03.2010 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): с компьютеров библиотеки ТГПУ и при индивидуальной регистрации по запросу. <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp>

7) БД «Марс» - сводная база данных аналитической росписи статей из периодических изданиях (архив 2001-2006). Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). Договор № С/161-1/3 от 12.10.2009 г. на период с 12.10.2009 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. http://arbicon.ru/services/mars_analitic.html

8) Архив журнала Nature. Научное издательство Nature Publishing Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 27.09.12 - бессрочно. Сумма договора: оплата оказанных услуг производится из средств Минобрнауки. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров ТГПУ. <http://www.nature.com/nature/index.html>

9) Архив 16 научных журналов издательства Wiley. Издательство Wiley, издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 317.55.11.4002 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.13 – бессрочно. <http://onlinelibrary.wiley.com/>

10) Архив научных журналов SAGE Journals Online. Издательство SAGE Publications, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 05.02.2012 – бессрочно. <http://online.sagepub.com/>

11) Архив научных журналов издательства IOP Publishing. Издательство IOP Publishing Института физики Великобритании, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 13.04.2012 – бессрочно. <http://iopscience.iop.org/>

12) Архив электронных журналов Electronic Back Volume Sciences Collection издательства Annual Reviews. Издательство Annual Reviews, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. <http://www.annualreviews.org/>

13) Электронная библиотека ТГПУ. <http://libserv.tspu.edu.ru/>

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей биологии и методики обучения биологии, протокол № 1 от 29 08 2014 года.

Зав. кафедрой В.Н. Долгин — В.Н. Долгин