

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

_____ О.Н.Здрок

«30» июня 2020 г.

Регистрационный № УД- 8779 /уч.

Феномика

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 01 Биология
профилизация Функциональная биология

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 01-2019 и учебного плана УВО № G 31-030/уч., утвержденного 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В.Демидчик, декан биологического факультета Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Л.Ф.Кабашникова, заведующая лабораторией прикладной биофизики и биохимии ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук, доцент, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси;

Н.Л.Пшибытко, заведующая учебной лабораторией организации и нормативно-методического сопровождения научно-инновационной деятельности в области биологии биологического факультета

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений (протокол № 21 от 02 июня 2020);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой клеточной биологии
и биоинженерии растений,
доцент



И.И. Смолич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – сформировать у обучающихся систему знаний о современной феномике как биологической дисциплине, фокусирующейся на систематическом исследовании и глубоком анализе фенотипов, их формирования в онтогенезе и модификации в ответ на изменение условий окружающей среды.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) ознакомление с фундаментальными понятиями феномики и историей развития данной дисциплины;
- 2) изучение теоретических основ фенотипирования живых систем, систем обработки и анализа феномной информации;
- 3) овладение практическими навыками фенотипирования и обработки феномных данных с использованием алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения.

Место учебной дисциплины в системе подготовки магистра

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения образования учебного плана и входит в учебный модуль «Феномный анализ и биоимиджинг».

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Клеточная биология», «Флуоресцентный и люминесцентный биоимиджинг» и др.

Требования к компетенциям:

Освоение учебной дисциплины «Феномика» совместно с учебной дисциплиной «Флуоресцентный и люминесцентный биоимиджинг» должно обеспечить формирование следующей **специализированной** компетенции:

СК-8. Быть способным использовать современные методы фенотипирования, флуоресцентной микроскопии и хемилюминометрии для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биоинженерии.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

– фундаментальные понятия и разделы феномики, основы устройства и функционирования ключевых феномных комплексов, используемые методы получения и обработки феномной информации;

– основные проблемы и перспективы развития феномики растений и животных, новейшие достижения в области фенотипирования и глубокого компьютерного анализа феномов живых систем;

уметь:

– использовать практические подходы анализа модификации фенотипа организма в ответ на абиотические и биотические воздействия;

- теоретически обосновать наблюдаемое влияние регуляторных факторов программ онтогенеза и окружающей среды на фенотип исследуемой биологической системы;

- выдвигать обоснованные гипотезы, планировать экспериментальные исследования, проводить сравнительный анализ литературных данных и полученных результатов в области феномики;

владеть:

- техникой анализа научных данных в области феномики;

- современной терминологией, применяющейся в феномике растений и животных;

- важнейшими методами исследования фенотипов и их компьютерного анализа;

- навыками обработки и представления данных.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Феномика» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 90 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 10 часов, практические занятия – 8 часов, управляемая самостоятельная работа – 18 часов (в том числе контроль управляемой самостоятельной работы (ДО) – 8 часов, внеаудиторный контроль – 10 часов).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Тема 1.1 Введение в феномику. Феномика как наука. Фундаментальные понятия и разделы феномики, краткая история развития феномики, связь феномики с другими разделами биологии. Ключевые материалы, инструменты и методы фенотипирования растений, животных и микроорганизмов.

Раздел 2. Фенотипирование различных организмов

Тема 2.1 Фенотипирование растительных систем. Ключевые объекты, цели и задачи феномики растений. Особенности методологии, используемые технические подходы и оборудование.

Тема 2.2 Феномные платформы. Основные лабораторные, тепличные и полевые программно-аппаратные комплексы высокопроизводительного фенотипирования. Принципы организации, ключевые компоненты, сферы применения.

Тема 2.3 Фенотипирование животных систем и микроорганизмов. Объекты, цели и задачи фенотипирования животных. Фундаментальные и прикладные аспекты исследований в области феномики животных. Примеры современных исследований в области феномики микроорганизмов.

Тема 2.4 Методики лабораторного фенотипирования модельных живых систем. Особенности фенотипирования с использованием подходов световой и электронной микроскопии. Корневая феномика. Принципы сбора и анализа феномной информации.

Раздел 3. Анализ феномных данных

Тема 3.1 Обработка и анализ данных в феномике. Типы получаемых изображений и других феномных данных, их обработка и анализ для решения проблем фенотипирования живых систем.

Тема 3.2 Информационные подходы в феномике. Основные типы программного обеспечения, используемые в феномике. Коммерческое программное обеспечение. Программное обеспечение с открытым исходным кодом. Использование методов искусственного интеллекта и сверточных нейронных сетей и компьютерного зрения для анализа изображений растений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение							
1.1	Введение в феномику	2						Тестовый эвристический опрос на лекции
2	Фенотипирование различных организмов							
2.1	Фенотипирование растительных систем	2					2 (ДО) 2	Интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle
2.2	Феномные платформы	2					1 (ДО) 2	Интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle
2.3	Фенотипирование животных систем и микроорганизмов	2					1 (ДО) 2	Интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle
2.4	Методики лабораторного фенотипирования модельных живых систем		4					Защита отчета о выполненной практической работе
3	Анализ феномных данных							
3.1	Обработка и анализ данных в феномике	2					2 (ДО) 2	Интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle
3.2	Информационные подходы в феномике		4				2 (ДО) 2	Интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle Защита отчета о выполненной практической работе
	Всего	10	8				8 (ДО)+10	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Демидчик, В.В. Феномика растений: фундаментальные основы, программно-аппаратные платформы и методы машинного обучения / В.В. Демидчик [и др.] // Физиология растений. – 2020. – Т. 67, № 3. – С. 227–245.
2. Phenomics / J. M. Hancock. – New York: CRC Press, 2014. – 277 p.
3. Phenomics / J. Doonan, M. Egea-Cortines. – Lausanne: Frontiers in Plant Science, 2018. – 221 p.
4. Li, L. A Review of imaging techniques for plant phenotyping / L. Li, Q. Zhang, D. Huang // Sensors. – 2014. – Vol. 14. – P. 20078–20111.
5. Costa, C. Plant phenotyping research trends, a science mapping approach / C. Costa [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2018. – Vol. 8. – P. 1–11.
6. Baes, C. The Future of phenomics / C. Baes, F. Schenkel // Animal Frontiers. – 2020. – Vol. 10, № 2. – P. 4–5.
7. Bochner, B.R. Global phenotypic characterization of bacteria / B.R. Bochner // FEMS Microbiology Reviews. – 2009. – Vol. 33, № 1. – P. 191–205.

Перечень дополнительной литературы

1. Handbook of laboratory animal science. Second edition / J. Hau, G.L. Van Hoosier. – New York: CRC Press, 2003. – 551 p.
2. Plant phenotyping and phenomics for plant breeding / J. Doonan et al. – Lausanne: Frontiers in Plant Science, 2018. – 368 p.
3. Pieruschka, R. Plant phenotyping: past, present, and future / R. Pieruschka, U. Schurr // Plant Phenomics. – 2019. – Vol. 2. – P. 1–6.
4. Cole, J.B. The Future of phenomics in dairy cattle breeding / J.B. Cole [et al.] // Animal Frontiers. – 2020. – Vol. 10, № 2. – P. 37–44.
5. Donelli, G. Phenotyping and genotyping are both essential to identify and classify a probiotic microorganism / G. Donelli, C. Vuotto, P. Mastromarino // Microbial Ecology in Health and Disease. – 2013. – Vol. 24. – P. 1–8.

Интернет-ресурсы

1. <https://hpo.jax.org/app/>
2. <https://phenocore.ahsc.arizona.edu/>
3. <https://www.plant-phenotyping.org/>
4. <https://www.kazusa.or.jp/phenotyping/>
5. <https://www.quantitative-plant.org/>
6. <https://github.com/gact/phenos>

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- тестовый эвристический опрос на лекциях, контроль посещения аудиторных занятий и выполнения аудиторного графика;
- защита отчета о выполненной практической работе;
- выполнение эвристических тестов в системе LMS Moodle.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и практических занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Феномика» учебным планом предусмотрен экзамен. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на лекциях (тестовый эвристический опрос) – 25 %;
- защита отчета о выполненной практической работе – 25 %;
- выполнение эвристических тестов в системе LMS Moodle – 50 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %. Если на экзамене студент получает неудовлетворительную оценку, итоговая оценка является также неудовлетворительной, независимо от оценки текущего контроля.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа (консультационно-методическая поддержка и контроль) осуществляется преимущественно в дистанционной форме и обеспечивается средствами образовательного портала БГУ LMS Moodle. Объем часов на составление и размещение заданий, консультации и контроль, осуществляемые с использованием технологий дистанционного обучения, планируется в пределах учебных часов, отведенных на УСП. В системе LMS Moodle размещены инструкции для выполнения открытых эвристических заданий когнитивного типа.

Тема 2.1 Фенотипирование растительных систем (2 ч/ДО; внеаудиторный контроль УСП – 2 ч)

Форма контроля – интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle.

Тема 2.2 Феномные платформы (1 ч/ДО; внеаудиторный контроль УСП – 2 ч)

Форма контроля – интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle.

Тема 2.3 Фенотипирование животных систем и микроорганизмов (1 ч/ДО; внеаудиторный контроль УСП – 2 ч)

Форма контроля – интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle.

Тема 3.1 Обработка и анализ данных в феномике (2 ч/ДО; внеаудиторный контроль УСП – 2 ч)

Форма контроля – интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle.

Тема 3.2 Информационные подходы в феномике (2 ч/ДО; внеаудиторный контроль УСП – 2 ч)

Форма контроля – интерактивное тестирование (эвристические тесты) на образовательном портале LMS Moodle.

Примерная тематика практических занятий

Практическое занятие № 1. Методы фенотипирования модельных живых систем.

Практическое занятие № 2. Использование биоинформационных подходов при фенотипировании растений.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

Дистанционные методы обучения. В курсе используется система LMS Moodle для организации самостоятельной работы студентов и выполнения УСП.

Эвристические подходы и методы высокоэффективного обучения. При организации образовательного процесса используются эвристические методы, которые входят в группу активных форм обучения. Они направлены на познание окружающего мира, организацию образовательного процесса и создание образовательных продуктов, и подразумевают осуществление когнитивной и креативной деятельности. Эвристические методы предполагают творческое решение задач обучающимися и позволяют индивидуализировать процесс обучения путем самостоятельной постановки целей, планирования деятельности и рефлексии.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, учебно-методический комплекс, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по заданной проблеме в рамках курса;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Феномика как наука: термины и определения, основные разделы.
2. Развитие подходов фенотипирования. Место феномики в современной биологии.
3. Основные материалы, инструменты и методы фенотипирования растений.
4. Ключевые объекты, цели и задачи феномики растений.
5. Фенотипирование растений открытого грунта. Стационарные и мобильные системы.
6. Лабораторная и тепличная феномика растений: основные объекты, примеры платформ.
7. Ключевые методики фенотипирования животных и микроорганизмов.
8. Цели и задачи фенотипирования животных; ключевые объекты исследований.
9. Фундаментальные и прикладные исследования фенотипов животных.
10. Современные исследования в феномике микроорганизмов.
11. Фенотипирование в медицине.
12. Особенности фенотипирования растений и животных: техническое оснащение, методы и подходы.
13. Платформы высокопроизводительного фенотипирования.
14. Клеточная феномика: особенности, объекты исследования и аппаратные платформы.
15. Информационные технологии в феномике. Обработка и анализ данных.
16. Феномное программное обеспечение с открытым исходным кодом.

17. Методы компьютерного зрения и искусственного интеллекта в феномике.
18. Перспективы развития фенотипирования различных организмов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Флуоресцентный и люминесцентный биоимиджинг	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 21 от 02 июня 2020 г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)